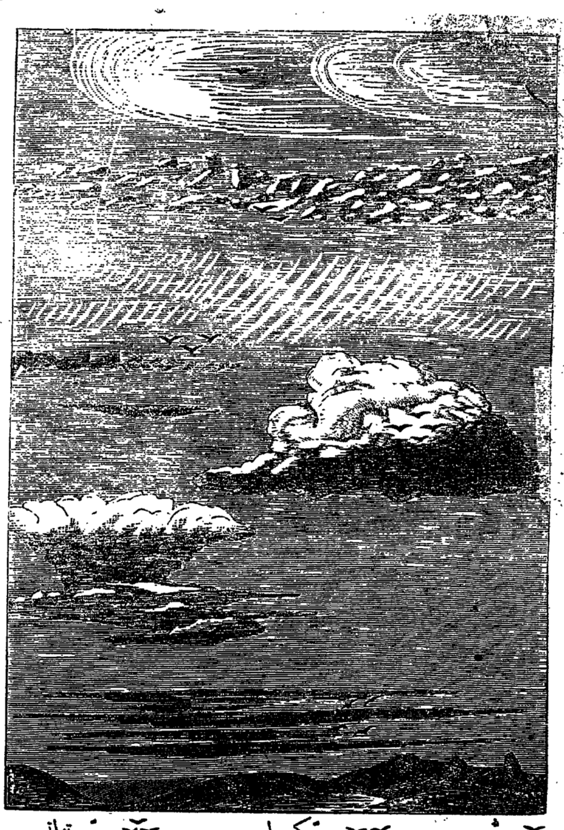




سِرّس — سِرّوكومولوس — سِرّوستراتس

كومولوس — نيمبوس — ستراتس

علم المتيورولوجيا

اي

الظواهر الجوّيّة

تأليف الدكتور الياس لومس
استاذ في مدرسة يَل

وقد ترجمها الى العربية
المعلّم فارس نمر ب. ع

طُبع بنفقة المدرسة الكلية

بيروت سنة ١٨٧٦

الى القارئ

لمّا كانت الظواهر الجوّية واقعة تحت نظر جميع الناس من العال والدون ولمّا كان كثيرٌ منها قد اشغل عقول العلماء لغرابتها وعسر معرفة عللها واوهمت عقول البسطاء والسُّذّج وافزعتهم بدون داعٍ ولا سبب ولم يكن في اللغة العربية كتابٌ في هذا الفن يوضح ما عُرِف من تلك الظواهر ويدلُّ على كيفية رصدها وتقييد الرصود لكي تعين على التقدُّم الى معرفة ما لم يزل مجهولاً من جهة علل حوادث جوّية كثيرة الوقوع ولمّا رأيتُ كتاب الاستاذ الدكتور الياس لومس من افضل ما تألّف الى الآن في هذا الفنّ كلّفتُ الى ترجمتهِ تلميذي ومعيني في المرصد الفلكي والمتيورولوجي المعلّم فارس نمر ب . ع فاجاب طلبي وقد اكمل العمل على اتمّ المراد ثمّ اضفتُ الى كتاب الاستاذ لومس المشار اليهِ بعض الامور التي لم يذكرها مقتبسًا اياها من عدّة رصود ومؤلّفات في هذا الفنّ وذلك لاتمام الفائدة وتلك المضافات تُعرَف بكونها محصورة بين علامتين هكذا [ ] والمأمول ان هذا المؤلّف يرغب على الاقل بعضًا من اهل الشرق في اقتناء الآلات اللازمة لرصد الحوادث الجوّية لعلهم يعينون على اكتشاف بعض مكنونات الطبيعة ومستوراتها وبذلك يفيدون انفسهم وينفعون الآخرين

كرنيليوس	بيروت	
فان ديك	مرصد المدرسة الكلية ٢٠ تَ	
	١٨٧٥	

٢٢٥٧

ب ٨

علم المتيورولوجيا

الباب الاول

في ماهية الهواء الكروي وثقله

(١) المتيورولوجيا في الاصل معرفة ما يجري في الجوّ من الظواهر الطبيعية كحدوث مطر وريح وقوس قُزَح ورعد وغير ذلك . وفي الاصطلاح علمٌ يبحث فيهِ عن ماهية الهواء الكروي وثقلهِ ودرجة حرارتهِ ورطوبتهِ وعن حركات الكرة الهوائية وتكاثف البخار المائي وتحويلهِ الى ندى وصقيع وضباب وسحاب ومطر وثلج وبرد وعن نواميس الانواء والزوابع والاعاصير وعن بعض ظواهر الكهربائية والصواعق والشفق القطبي وكهربائية الجوّ وعن عدّة ظواهر بصرية كقوس قزح والشفق والسراب والاكليل والهالة والشهب والنيازك

(٢) ماهية الهواء الكروي . الهواء الكروي ليس عنصرًا بسيطًا كما زعم القدماء بل هو مؤلَّفٌ من عنصرين نيتروجين واكسجين مع قليل من الحامض الكربونيك وكمية من بخار الماء تكثر وتقل . اما عنصراهُ الجوهريان وهما النيتروجين والاكسجين فممتزجان فيهِ على نسبة ٧٩،١ الى ٢٠،٩ جرمًا وهي هي في كل جهات الارض وفي كل الاعالي التي تمكَّن احدٌ من الوصول اليها كما تحقَّق من فحص الهواء على علو ٢١٧٧٤ قدمًا ارتُقِي اليهِ بمركبة هوائية فكانت نسبتهما هناك نسبتهما على السطح . وفيهِ قليل من الحامض الكربونيك اي ما بين ٤ و٦ اجزاء لكل ١٠ آلاف جزء في العراء . واما بخار الماء فيختلف مقدارهُ فيهِ فتكون رطوبة الهواء احيانًا اربعة اجزاء لكل ١٠٠ جزء من وزن الهواء كلهِ واحيانًا اقل من $\frac{1}{10}$ جزء واحدٍ لكل ١٠٠ جزء

(٣) الفرق بين الابخرة والغازات . تُقسَم الاجسام الهوائية طبعًا الى قسمين قسم يتحوَّل بسهولة الى السيولة ويُسمَّى بخارًا كبخار الماء مثلاً وقسم لا يتحوَّل عن طبيعتهِ الهوائية مطلقًا او يتحوَّل

عنها بصعوبة كلية ويُقال له غازًا كغاز الاكسجين والنيتروجين والهيدروجين الخ

(٤) ناموس امتزاج الغازات . اذا تنضّدت الغازات بعضها فوق بعض جرت بموجب ناموس يغاير ناموس السائلات فاذا صُبّت عدّة سوائل في وعاء ولم يكن لها فعل كيماوي بعضها في بعض ترتّبت بموجب ثقلها النوعي فيهبط الاثقل الى الاسفل ويليهِ فوقهُ ما يليهِ ثقلاً نوعيًا وهكذا حتى يطفو الاخف على وجه الكل واما اذا صُبّت غازات في ذلك الوعاء فتنفذ جواهر الواحد منها بين دقائق الآخر وتصير نسبتها كلها واحدة في كل جزء من الوعاء . وحركة الغازات لاختلاطها بعضها ببعض على هذه الكيفية سُمّيت نفوذ الغازات

(٥) راي دلتون في الهواء الكروي. قال دلتون ان الغازات التي يتألّف منها الهواء الكروي ليست مرتبطة بعضها ببعض ارتباطًا كيماويًا وليس بين دقائقها تجاذب وتدافع بل كل من عناصرهِ قائمٌ فيهِ على حدةٍ كأنّ غيرهُ لم يكن حاضرًا . وعلى ذلك يحيط بالارض اربعة اهوية بعضها يتخلّل البعض الآخر ولا تختلط

اما الجمهور فانكروا قولهُ لمنعهِ التدافع بين دقائق غازات الهواء واوضحوا طريقة نفوذها بان دقائق كل غاز موضوعة فيهِ على بعدٍ بعضها عن بعض فتتخلّل دقائق الغاز الواحد دقائق الغاز الآخر وتستقرّ في خلاياها

(٦) غازات طبقات الجوّ العليا . هي مثل الغازات الماسّة سطح الارض لانها تنزل الينا بموجب نفوذ الغازات من الاعالي التي لم يمكن الوصول اليها ويصعد ما عندنا الى مكانها على التوالي. فمن يعلّل عن بعض الشهب النارية بغاز قابل الاشتعال في اعالي الجوّ ليس بمصيب

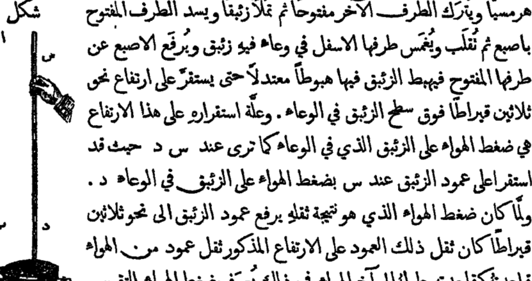
(٧) نسبة الغازات في اعالي عظيمة . ان طبقة الهواء التي تماس الارض هي اكثف مما سواها من الطبقات لانها تحمل ثقل الهواء كلهِ واما ما فوقها فتقل كثافتهُ كلما ارتفع عنها لقلة الثقل عليهِ . ولما كان كل غاز من غازات الهواء مفرقًا فيهِ كانهُ وحدهُ وليس غيرهُ معهُ لم يكن من اللازم ان ذلك النقصان في كثافةالهواء (المتوقّفة على ثقل الغازات) يكون متساويًا في كلٍّ من الغازات فكان يمكن اذًا ان تختلف نسبة الغازات بعضها الى بعض في الاعالي عن نسبتها على السطح . وقد حُسِب انهُ على ارتفاع اربعة اميال ينبغي ان تزيد نسبة النيتروجين الى الاكسجين $\frac{1}{100}$ عمّا هي عليهِ على السطح ولكن بعد رصود عديدة عُرِف ان النسبة واحدة في كل مكان من الهواء ويعلّل عن ذلك بدوام تموّج الهواء واختلاط طبقاتهِ بعضها ببعض

(٨) معرفة حد الهواء من قوة التباعد عن المركز. لمّا كانت الجاذبية التي تجذب الهواء نحو الارض تتغيّر بالقلب كمربّع البعد عن المركز وقوة التباعد الحاصلة عن دورة الارض تزداد بازدياد

البعد عنهُ كان لا بدَّ من ان هاتين القوَّتين تتساويان على بعدٍ معلوم عن المركز وبعدها تتغلَّب قوة التباعد على الجاذبية فتتبدَّد الهواء وقد حُسِب بُعد النقطة التي يتساويان عندها فكان ٢٥٠٠٠ ميل عن مركز الارض

(٩) قياس ارتفاع الهواء الحقيقي . لنا دلائل شتى تدل على ان الهواء لا يبلغ البعد الشاسع المذكور انفًا بل ينتهي عند نقطة المساواة بين جاذبية الارض والتدافع بين دقائق الهواء وهذا التدافع ينقص بنقصان حرارة الطبقات العليا فعلى ارتفاع خمسين ميلاً يكاد لا يشعر بفعل الهواء في الشفق . واما ظواهر الخسوف فتدل على وجود هواء على ارتفاع ٦٦ ميلاً وظواهر الشهب ونور الشفق الشمالي او القطبي تدل عليهِ على ارتفاع ٢٠٠ او ٣٠٠ ميل وربما اشعرت بهِ على ٥٠٠ ميل عن سطح الارض

(١٠) في اصطناع البارومتر . البارومتر مقياس ثقل الهواء [اخترعهُ توريشلي في سنة ١٦٤٣] ويُصطنَع بان تُؤْخَذ انبوبة زجاج اب (شكل ١) طولها ثلثة اقدام وتُسَدُّ من طرفها الواحد سدًّا هرمسيًّا ويُترَك الطرف الآخر مفتوحًا ثم تُملأُ زئبقًا ويسد الطرف المفتوح باصبع ثم تُقلَب ويُغمَس طرفها الاسفل في وعاء فيهِ زئبق ويُرفَع الاصبع عن طرفها المفتوح فيهبط الزئبق فيها هبوطًا معتدلاً حتى يستقرَّ على ارتفاع نحو ثلاثين قيراطًا فوق سطح الزئبق في الوعاء . وعلَّة استقرارهِ على هذا الارتفاع هي ضغط الهواء على الزئبق الذي في الوعاء كما ترى عند س د حيث قد استقر اعلى عمود الزئبق عند س بضغط الهواء على الزئبق في الوعاء د . ولمَّا كان ضغط الهواء الذي هو نتيجة ثقلهِ يرفع عمود الزئبق الى نحو ثلاثين قيراطًا كان ثقل ذلك العمود على الارتفاع المذكور ثقل عمود من الهواء قاعدتهُ كقاعدتهِ وطولهُ الى آخر الهواء . فمن ذلك يُعرَف ضغط الهواء بالتقريب وللتدقيق فيهِ تُقسَم الانبوبة الزجاجية قراريط واعشار قيراط كما سياتي



واما الانبوبة فيُفضَّل ان يكون قطرها اكثر من $\frac{1}{10}$ القيراط حتى يتحرَّك الزئبق فيها بدون ان تعوقهُ جدرانها ولذلك لا يستعظم ان يكون قطر انبوبة البارومتر غير النقَّال نصف قيراط

(١١) كيفية طرد الهواء والرطوبة من الانبوبة . يجب لذلك اعتناء خصوصي لانهما يضغطان على راس عمود الزئبق فيهبطانهِ عن ارتفاعهِ الحقيقي . وطردهما عسرٌ يلزم لهُ ان تنظَّف الانبوبة جيدًا جدًّا ويُرشَّح الزئبق ثم يحميانِ كلاهما اي الانبوبة والزئبق لطرد الرطوبة منهما . ثم يُصَبُّ قليل من الزئبق في الانبوبة بالاحتراس التام من دخول فقاقيع الهواء معهُ ثم تحمى الانبوبة على نار

الفم حتى يغلي الزئبق فيها ويكون احماؤها وهي موضوعة وضعًا مائلاً حتى اذا لصق بجوانبها بعض دقائق الهواء او الرطوبة افلت منها بسهولة . ثم تضاف اليها كمية من الزئبق ايضًا ويعاد الغليان على ما سبق وهكذا حتى تمتلئ الانبوبة ويُعرَف كون الزئبق خاليًا من الهواء والرطوبة تمامًا من انهُ اذا أُميلَت الانبوبة بغتةً يضرب الزئبق راسها فيحدث صلصلةً معدنية حادّةً

(١٢) كيفية قياس ارتفاع العمود الزئبقي والاصلاح لسعة الانبوبة . ان ارتفاع الزئبق في البارومتر يختلف من يوم الى آخر ومن ساعة الى ساعة ولذلك يلزم ان تكون القطعة المقسومة قراريط (ويقال لها المقياس المقسّم) كافية لاشتمال اقصى هبوط الزئبق وصعوده ومعظم هذا الاختلاف في بارومتر ثابت في مكان واحد بين ٢١ و ٢٧ قيراطًا وينقسم المقياس المقسّم الى قراريط واعشار القيراط والاعشار الى اجزاء من مئة بواسطة مدقق يُسمَّى الفرنيير انتسابًا لمخترعهِ. والمقياس اما ثابت واما متحرك فاذا كان ثابتًا يصلح قياس صعود الزئبق وهبوطهِ في الانبوبة لثلاثة اشياء (١) لسعة الانبوبة اي قطرها (٢) للحرارة (٣) للجاذبية الشعرية اما الاصلاح للسعة فيتضح على هذه الكيفية . لنفرض ان الطرف السفلي من المقياس يماس سطح الزئبق في الحوض عندما يكون الهواء على ثقلهِ الاعتيادي اي على ضغطهِ الاوسط . فحيما يقلّ الضغط يهبط الزئبق الذي في الانبوبة الى الحوض فيعلو عن مساواة طرف المقياس الذي كان يماسهُ قبلاً . وحينما يزيد ثقل الهواء اي الضغط يصعد الزئبق من الحوض الى الانبوبة فيهبط عن مساواة طرف المقياس . وعلى ذلك يصير طرف المقياس تارةً تحت مساواة سطح الزئبق في الحوض واخرى فوقها بنقصان ضغط الهواء وزيادتهِ ولكن بدون ان يدل بالتدقيق على مقدار الزيادة او النقصان ما لم تُعرَف النسبة بين قطر الانبوبة وقطر الحوض فحينئذٍ تُحسَب اختلافات سطح الزئبق في الحوض بسهولة فيُعرَف منها ضغطُ الهواء بالتدقيق غير ان هذه الطريقة متعبة

شكل ٣

وإما اذا كان المقياس متحركًا فيستغني بهِ عن كل تلك الصعوبات . وهو ينتهي بقطعة من العاج عند طرفهِ السفلي يُؤتَى بها في كل رصد باللولب د حتى تمس سطح الزئبق في الحوض . وفي بعض انواع البارومتر يكون المقياس المقسّم ثابتًا فيحكَّم سطح الزئبق في الحوض باللولب ب حتى يمسّ طرفهُ الاسفل

(١٣) الاصلاح للحرارة . ان الحرارة تمدّد الزئبق اي تقلل ثقلهُ النوعي وعند ذلك يلزم زيادة علو العمود لاجل ضغط مفروض. وبما ان البارومتر خاضع لتغيّرات الحرارة لا تقتصر تغيّراتهُ

على اختلاف ضغط الهواء فلا تدل عليهِ ضرورةً ولذلك يلزم ان يُعرَف فعل درجة الحرارة في تغيرات الزئبق قبل ان يحكم باختلاف ضغط الهواء اي يلزم ان تُعرَف درجة حرارة الزئبق في كل رصد ولذلك يُوضَع مع كل بارومتر ثرمومتر يقال له اصطلاحًا الثرمومتر المعلّق لتعلقهِ بالبارومتر. فعند رصد البارومتر يرصد معهُ الثرمومتر ايضًا . وللتوفيق بين رصود البارومتر في اماكن شتى تُحوَّل الى درجة معينة من الحرارة هي درجة ذوبان الجليد . فمن هذه الى درجة الغليان يتمدد الزئبق $\frac{1}{55}$ من من جرمهِ اي نحو $\frac{1}{10000}$ لدرجة واحدة من ترمومتر فارنهيت . ولتحويل ارتفاع البارومتر حين رصدهِ الى الارتفاع الذي كان عليهِ لو كانت درجة حرارتهِ ٣٢° ف يُطرَح $\frac{1}{10000}$° من الارتفاع الذي قُرِئَ في المقياس لكل درجة فوق ٣٢° ف واذا كانت تحت ٣٢° ف يضاف الاصلاح المذكور الى الارتفاع بالرصد . وقد اصطُنِعَت جداول لذلك فيؤْخَذ منها الاصلاح لارتفاع البارومتر بمجرَّد قراءتها كما ترى من الجدول في آخر هذا المؤلَّف

(١٤) اصلاح للجاذبية الشعرية . ان الجاذبية الشعرية تخفض عمود الزئبق في الانبوبة عن الارتفاع الذي كان عليهِ لضغطٍ مفروض لولا تلك الجاذبية فيجب لذلك اصلاح يختلف حسب اختلاف قطر الانبوبة

	قيراط		قيراط
ففي انبوبة قطرها	٠،١٠	يكون الانخفاض	٠،١٤٠
	٠،٢٠		٠،٠٥٨
	٠،٣٠		٠،٠٢٩
	٠،٤٠		٠،٠١٥
	٠،٥٠		٠،٠٨
	٠،٦٠		٠،٠٤

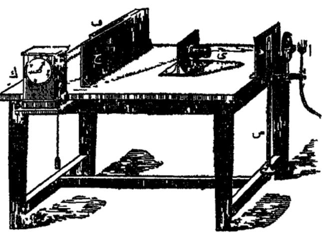
[قد يُستعمَل سيال غير الزئبق لاجل اصطناع بارومتر وبما ان سائر السائلات اخف من الزئبق يكون العمود منها الذي يوازنهُ الهواء اعلى من عمود الزئبق على نسبة ثقل السيال النوعي الى ثقل الزئبق النوعي فلو استُخدِم الماء عوضًا عن الزئبق لاقتضى ان يكون طول الانبوبة نحو ٣٥ قدمًا لان ثقل الزئبق ١٤ مِثل ثقل الماء . وقد زعموا ان البارومتر المائي يكون ادق من الزئبقي بسبب طول الانبوبة غير انهُ عند الامتحان وُجِدَ ان فائدة طول الانبوبة لم توازِ الخطاء الحاصل من صعود بخار الماء الى الانبوبة فوق سطحهِ فلم تكن تلك الفسحة خالية كما في البارومتر الزئبقي بل ملآنة بخار الماء فان كانت درجة الحرارة ٣٢° ينخفض سطح العمود بالبخار نصف قيراط وان كانت ٧٥° ينخفض

١٢ قيراطاً . نعم الفسحة فوق الزئبق فيها بخار الزئبق لا محالة ولكن ثقلهُ جزئي لا يفعل بالعمود بما يقبل القياس]

(١٥) البارومتر الانيرُويد . هو آلة تقيس ضغط الجَلَد بمرونة صفيحة معدنية فيها . وهو مؤلف من علبة نحاسية قطرها نحو ثلاثة قراريط وعلوها نحو نصف قيراط وجدرانها رقيقة جدًّا تسدُّ سدًّا هرمسيًّا بعد نزع بعض الهواء منها . فعند ازدياد ضغط الجلد من الخارج ينضغط الهواء الداخليُّ فتقلُّ سعة العلبة ويتقارب جداراها المسطحان ولما يقل ضغط الجلد من الخارج يرجع الجداران الى حالتهما الاولى بتمدد الهواء الداخلي فتتصل حركتهما هذه بواسطة عدَّة محالٍ الى عقرب يدور حينئذٍ على مينا منقسمة درجات فتُظهِر حركة الجدارين بوضوح تام اذ تكبرها حتى اذا تحرَّكا ولو $\frac{١}{٣٠٠}$ من القيراط فقط يدور العقرب ثلاثة قراريط على هذه الدرجات المكبَّرة . ولهذه الآلة مزية على غيرها لسهولة حملها واذا كانت محكمة الصنع يقاس بها ما يفرق عن ضغط الهواء الاوسط ولو $\frac{١}{١٠٠}$ او $\frac{٢}{١٠٠}$ من القيراط . غير انهُ اذا اقتضى التدقيق الكلي لزمت مقابلتهُ بالبارومتر القياسي الزئبقي كل مدة وجيزة

(١٦) البارومتر المقيَّد نفسهُ . قد اجتهد اصحاب هذا الفنّ في ايجاد طريقة بها يقيِّد البارومتر نفسهُ تخفيفًا للاتعاب الكثيرة التي تقتضيها ملاحظاتهُ مرارًا كثيرة كل ٢٤ ساعة فعثروا على عدَّة طرق احسنها الفوتوكرافية هكذا .

شكل ٤

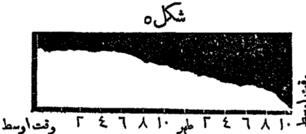


يُجمَع نور القنديل ا (شكل ٤) بالعدسية ب الى نقطة تقع على راس عمود الزئبق في انبوبة البارومتر س د . ثم توضع قطعةٌ من القرطاس مستحضرة للفوتوكرافية في البرواز ف الموضوع وراء الحاجز ج وفي الحاجز شقٌّ ضيقٌ عمودي مفتوح بحيث تدخل منهُ الاشعة النافذة من ب الى ف . فلاعتراض الزئبق بين شعاع القنديل وجانب من القرطاس يصدُّ الشعاع عن ان يفعل في ذلك الجانب فقط واما النور من فوق مساواة راس العمود الزئبقي فيفعل في القرطاس لعدم وجود ما يعترض وقوعهُ عليهِ . وبواسطة الساعة ك تتقدَّم الورقة دائمًا على معدَّل نصف قيراط في الساعة فيُعرَض سطحها على فعل النور فترتسم بذلك آثار ارتفاع الزئبق في كل ثانية من ثواني اليوم وفي كل ٢٤ ساعة تُبدَل الورقة باخرى جديدة فيجري بها ما جرى بسابقتها .

وعلى هذه الكيفية يقيّد ارتفاع الزئبق وانخفاضهُ . واما هيئة الورقة بعد تقييد الرصد عليها فتراها (شكل ٥) فيشار بالدرجات التي الى الجهة العمودية منها الى اختلافات ارتفاع الزئبق والتي الى الجهة الافقية الى ساعات الرصد المطابقة لتلك الدرجات

البارومتر الابرويد

شكل ٥



(١٧) باروماتر هاردي المقيد نفسهُ . هو باروماتر على هيئة ممص انبوبتهُ الملتوية ا ب س (شكل ٦) متساوية القطر وعلى سطح الزئبق عند س قطعة حديد عائمة مربوطة بطرف وتر يمرُّ على بكرة وتجاهها ثقل يوازنها د د مربوط بالطرف الآخر من الوتر . والقطعة موضوعة بحيث ترتفع وتهبط بارتفاع الزئبق وهبوطهِ بدون ان تمانع حركتهُ شيئًا فيكتب حركتها الثقلُ الموازن لها بواسطة قلم مرأس هو حاملهُ وبالقرب من القلم اسطوانة عمودية واسعة ي ي تدور بانتظام على محورها ملبّسة قرطاسًا ومصنوعة بحيث تديرها الساعة ج . فكل نصف ساعة تحرك الساعة المطرقة K م فتضرب المطرقة الثقل د د فيقترب القلم الى الاسطوانة ويمسها ثم يرجع تاركًا ارتماسته على الاسطوانة فيستدل من وضعهِ على ارتفاع الزئبق في البارومتر . وعلى القرطاس خطٌ افقي مقسوم بالتساوي للدلالة على ساعات اليوم فيُعرَف من النقط التي يرسمها عليهِ القلم حركات البارومتر في ٢٤ ساعة

شكل ٦

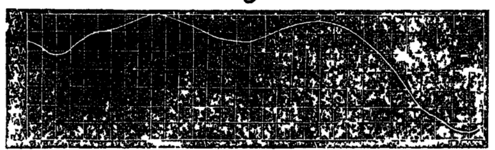
(١٨) [قد يحدث في البارومتر الزئبقي الاعتيادي ان هواءً قليلاً يدخل الى الانبوبة عند النقل من موضعٍ الى آخر او من جهل مَنْ يعاملهُ فلاجل ازالتهِ أَدِر اللولب ب (شكل ٢) حتى يرتفع الزئبق الى قرب اعلى الانبوبة ثم اقلب الآلة كلها بكل دقة واسند طرف الانبوبة الى شيء لين مثل رِجلك واطرق الانبوبة طرقًا لطيفًا با لاصبع فيصعد الهواء الى الحوض ويفلت ثم رد الآلة الى وضعها الاصلي بالتدريج وبكل دقة وبعد ذلك حل اللولب ب حتى يستقرّ الزئبق على علوهِ الموافق لضغط الهواء

وعند تعليق البارومتر ينبغي ان يكون عموديًا على سطح الافق والاَّ فلا تكون قراءة علو الزئبق فيهِ صحيحة فعلى الغالب يعلَّق من طرف الانبوبة اومن وسطها حتى ياخذ الوضع الافقي من مجرَّد ثقلهِ]

(١٩) معدَّل ارتفاع البارومتر. اذا أُخِذ ارتفاع البارومتر لكل ساعةٍ من اليوم بعد اصلاحهِ لدرجة الحرارة والجاذبية الشعرية وقُسِم المجتمع على ٢٤ خرج معدَّل الارتفاع لذلك اليوم واذا قُسِمَت معدَّلات الايام بعد جمعها مدَّة شهر على عدد ايام ذلك الشهر خرج معدَّل الارتفاع لذلك الشهر واذا قُسِم مجتمع معدَّلات الارتفاع في ١٢ شهرًا على ١٢ شهرًا خرج معدَّل الارتفاع لسنة واذا قسِم مجتمع المعدَّلات السنوية على عدَّة السنين فلنا معدَّل البارومتر لمحل الرصد مثال ذلك معدَّل البارومتر لمدينة بوستن ٢٩َ٩٨٨ قيراط

(٢٠) فعل العرض في البارومتر. ان معدَّل ارتفاع البارومتر على مساواة سطح البحر يختلف باختلاف عرض المكان. فهو عند خط الاستواء ٢٩َ٩٢٧ القيراط الانكليزي ويزداد في

شكل ٧



عرض جنوبي عرض شمالي

نصف الكرة الشمالي بازدياد العرض حتى تصل الى عرض ٣٣° حيث المعدَّل ٣٠َ٢١٠ القيراط ومن ثمَّ يتناقص حتى تصل الى عرض ٦٤° حيث المعدَّل ٢٩َ٦٥٢ القيراط ومن هناك يزداد ازديادًا جزئيًّا كلما تقدَّمت شمالاً فهو ٢٩َ٧٧٥ القيراط عند ٧٨° من العرض الشمالي. واما في نصف الكرة الجنوبي فهو على معظمهِ اي ٣٠َ١١ القيراط بالقرب من دائرة ٢٥° عرضًا ثم يقلُّ حتى تصل الى عرض ٧٠° حيث المعدَّل ٢٨َ٨٨ القيراط و٢٨َ٩٥ القيراط عند عرض ٧٦°. وهذه الاختلافات في اعراض مختلفة يدل عليها شكل ٧. فلو كان الهواء ساكنًا لوجب ان يكون ضغطهُ قريبًا من التساوي في كل الجهات على سطح البحر. فلا يُعلَّل عن اختلافات ارتفاع البارومتر الاَّ بحركات الهواء الكروي كما سيأتي بيانهُ في محلهِ ان شاء الله

(٢١) اختلاف المعدَّل الشهري. ان معدَّل الارتفاع لشهر واحد ليس واحدًا لكل اشهر السنة بل هو غالبًا اقلُّ في الصيف مما في الشتاء واختلافهُ يبلغ نصف قيراط في اماكن كثيرة وفي بعض الاماكن لا يختلف الاَّ قليلاً جدًا فانهُ على اقلهِ في باكين من الصين في تموز ثم يتزايد الى

كانون الثاني ثم يهبط على التوالي الى تموز ايضاً . وزيادة ارتفاعهِ في كانون الثاني عن ارتفاعهِ في تموز ثلاثة ارباع القيراط وقس عليهِ اختلاف المعدَّل في قسم كبير من قارة اسيا. وسيأتي التعليل عن ذلك في محلهِ (ع ١١٣)

[على شط البحر المتوسط في سوريا يبلغ البارومتر اعظم ارتفاعهِ في شهر كانون الثاني اي نحو ٣٠٫٠٧ واقلهُ في تموز اي نحو ٢٩٫٧٤]

واما في الاعراض الوسطى من اوروبا واميركا فالمعدَّل الشهري هو هو تقريباً لكل اشهر السنة. ففي بوستن قلما يختلف المعدَّل بين شهر وشهر اكثر من عُشر القيراط ومثالهُ في لندن وباريس . ونسهل الدلالة على اختلافات المعدَّل بخطوط منحنية هكذا. يُرسَم (شكل ٨) على قطعة قرطاس خط افقيٌّ ج ج ويقسم اثني عشر قسماً متساوياً للدلالة على اشهر السنة ويُرسَم على الاقسام خطوط عمودية ويُنقَّط على هذه الخطوط نقط للدلالة على معدَّل كلٍّ من الاشهر المدلول عليها بالاقسام ثم يُوصَل بين النقط بخطٍ منحنٍ فيدلُّ على معدَّل كل شهر من اشهر السنة.

شكل ٨



اما الخطوط الاربعة في شكل ٨ فللدلالة على اختلافات البارومتر في اربعة اماكن ب باكين و ه هافانا و ل لندن وب بوستن

(٣٢) الاختلافات السويعية . اذا رُصِد ارتفاع البارومتر لكل ساعة من اليوم مدَّةً من الزمان ثم أُخِذَ معدَّل رصود كل ساعة للايام كلها لاتكون المعدَّلات الحارجة متساوية بل يكون المعدَّل الاعظم للساعة العاشرة صباحاً والاقل للساعة الرابعة بعد الظهر ودونهما قليلاً في العظمة والقلة معدَّل الساعة العاشرة قبل نصف الليل والساعة الرابعة بعدهُ . فيكون للبارومتر اعظمان واقلان . والاختلاف اليومي اعظم على خط الاستواء حيث يبلغ ٠٫١٠٤ من القيراط ويقلُّ كلما تقدَّمت نحو احد القطبين . فهو ٠٫٠٥ من القيراط في عرض ٤٠° و٠٫٠٠٣ من القيراط فقط في عرض ٧٠° وبعضهُ يُنسَب الى تغير ضغط الهواء وبعضهُ الى تغير كمية البخار المائي فيهِ كما سيأتي (ع ١١٠)

شكل ٩

ب
ف
اس
وقت اوسط

وتدلُّ عليهِ خطوط منحنية ايضاً . تُرسَم على قطعة قرطاس (شكل ٩) خطوط عمودية على بعد واحدٍ بعضها عن بعض لتدل على ساعات النهار ويعيَّن على كل

خطٍّ معدَّل ساعتهِ . ثم يوصل بين تلك النقط فيحصل منها خطٌّ منحنٍ يدلُّ على معدَّل حركة البارومتر لكل ساعة من ساعات النهار . اما المنحنيات الثلاث (شكل ٩) فللدلالة على حركة البارومتر عند ا س اي خط الاستواء و ف فيلادلفيا و ب بطرسبرج. ولها اعظمان واقلان يوميًّا

(٣٣) الاختلاف الناتج عن موقع القمر. ان لضغط الهواء ايضًا اختلافًا زهيدًا جدًّا تابعًا لموقع القمر لا يُشعَر بهِ الَّا باخذ معدَّل ادق الرصود مدة طويلة من الزمان . ففي سنكابور عرض ١° ١٨َ يزيد ضغط الهواء ٠٠٥٧ً والقمر على الهاجرة عما هو عليهِ والقمر ست ساعات عن الهاجرة وفي جزيرة مارهيلانة عرض ١٥° ٥٥َ ج يزيد ضغط الهواء ٠٠٤ً والقمر على الهاجرة عما هو عليهِ والقمر ست ساعات عنها . واما الاعراض العليا فالاختلاف فيها اقلُّ من ذلك . ويستدل من هذه الظواهر على مدٍّ وجزرٍ جزئيين في الهواء كمد الابحر وجزرها التابعين موقع القمر ايضًا

(٣٤) اختلافات عَرَضيَّة . ان اختلافات البارومتر القانونية اقل جدًّا من غير القانونية . فانهُ في الاعراض الوسطى قلما يهدأُ بسبب كثرة اختلافاتهِ وعدم قانونيتها يستلزم اخذ معدَّل رصود عديدة مدَّة طويلة من الزمان للوقوف على حركاتهِ القانونية . اما الفرق بين اعظم ارتفاع البارومتر واقلهِ في شهر واحد فيسمَّى ارتجاجهُ او خطرانهُ الشهري ومن اخذهِ سنين عديدة نقف على معدَّل الارتجاج او الخطران الشهري وهو يختلف باختلاف العرض ايضًا فيكون على اقلهِ في ما جاور خط الاستواء ويزداد كلما قارب القطبين واما على خط الاستواء تمامًا فيزيد شيئًا يسيرًا عن $\frac{1}{10}$ القيراط وعلى عرض ٣٠° فهو ٤ً وعلى عرض ٤٥° في الاوقيانس الاتلانتيكي قيراط واحد وعلى عرض ٦٥° قيراط وثلث وعلى عرض ٧٨° قيراط وخمس . هذا ما خلا ثلاثة اشهر الشتاء ففيها يزيد معدَّل الارتجاج الشهري عما ذُكِر ثلث القيراط في الاعراض المشار اليها . وهو في اوربا واميركا اقل مما في الاوقيانوس الاتلانتيكي على عرض مفروض

(٣٥) اعظم اختلافات البارومتر . ان اختلافات البارومتر العظمى هي اكثر كثيرًا مما ذُكِر فقد بلغ اعظم ارتفاع البارومتر في بوستن مدَّة ٣٧ سنة ١٣٥ ً٣١ من القيراط واقلهُ ٤٧ ً٢٨ من القيراط والفرق بينهما ٦٥٥ ً٢ من القيراط او $\frac{1}{11}$ من معدَّل ارتفاع العمود الزئبقي كلهِ . وفي لندن يصعد الزئبق ويهبط على ثلاثة قراريط وفي بطرسبرج وايسلاندا على ثلاثة قراريط ونصف القيراط وفي كريستيانسبرج بقرب خط الاستواء على ٤٧ً من القيراط مدَّة خمس سنوات

(٣٦) فعل الريح . للريح فعل في ارتفاع البارومتر ففي فيلادلفيا يرتفع البارومتر غالبًا عندما تهب الريح من الشمال الشرقي وينخفض عند هبوبها من الغرب او الغرب الجنوبي ومعدَّل الفرق في ارتفاع البارومتر ربع قيراط عند هبوب الريح من هذه الجهات . وفي الشمال

الغربي من اوربا يرتفع حين هبوب الريح من الشمال الشرقي ويهبط حين هبوبها من الجنوب ومعدّل الفرق بينهما ٣٣° من القيراط ا وفي سوريا على شط البحر يكون على اعظم ارتفاعهِ عند هبوب الريح من الشمال وعلى اقلهِ عند هبوب الريح الشرقية]

(٣٧) فعل ارتفاع المحل في ضغط الهواء. كلما ارتفع البارومتر عن سطح الارض هبط الزئبق فيهِ لنقصان ثقل عمود الهواء الذي يوازنهُ كما تقدَّم ومن ذلك يُعرَف ثقل عمود من الهواء ممتد من محلٍّ واطئٍ الى آخر عالٍ بمقابلة ارتفاع الزئبق فيهما فان وُجِدَ الارتفاع في المحل الواطئ ثلاثون قيراطًا مثلاً وفي العالي تسعة وعشرون يكون وزن عمود الهواء الممتد من احدهما الى الآخر وزن عمود من الزيبق علوهُ قيراط واحد ولما كانت كثافة الزئبق ١٠٤٦٤ مرَّة كثافة الهواء كان هبوط الزئبق قيراطًا واحدًا في البارومتر دليلاً على علو ١٠٤٦٤ قيراطًا او ٨٧٢ قدمًا عن المحل الاوَّل. هذا بشرط ان تكون كثافة الهواء واحدة في كلا المحلين

(٣٨) قياس الارتفاع بالبارومتر . ان كثافة الهواء تقلُّ بسرعة كلما ازداد علوهُ عن سطح الارض لتناقص ضغط طبقاتهِ بعضها على بعض حينئذٍ وبناء على ذلك قد اجتهد الرياضيون في اكتشاف النسبة التامة بين ارتفاع الزئبق وفرق الارتفاع بين مكانين فاستخرج لابلاس عبارة جبرية لكل الاصلاحات اللازمة للوقوف على معرفتها بالتدقيق منها تغيير حرارة الهواء بين المكانين ونقصان جاذبية الثقل على خط عمودي وغير ذلك . فاذا صعد احدٌ ٩١٧ قدمًا فوق مساواة سطح البحر في جوار مدينة نيويورك والهواء على حالتهِ المعتدلة يهبط البارومتر بموجب هذه العبارة

اذا صعد	٩١٧	قدمًا يهبط الزئبق قيراطًا	١
او صعد	١٨٦٠	قدمًا هبط البارومتر "	٢
" "	٢٨٣٠	" " " "	٣
" "	٣٨٣٠	" " " "	٤
" "	٤٨٦١	" " " "	٥

ان الكميات اللازمة لاستعلام فرق الارتفاع بين مكانين بالبارومتر مدوَّنة في جدول في آخر هذا الكتاب

[ان سطح الكرة الارضية منقسم الى نصفين بدائرة عظيمة تدور من الشرق الى الغرب مع دوران الشمس مرَّة كل ٢٤ ساعة ونصف الكرة الواحد من هذين حالهُ باعتبار الحرارة عكس حال الآخر وبالضرورة تحويل الماء الى بخار فيهِ عكس ما في النصف الآخر لانهُ متوقفٌ على الحرارة . فالنصف المتجه نحو الشمس حارٌّ والنصف المحوَّل عن الشمس بارد وبما ان مدَّة الدوران قصيرة

فاشدُّ الحرّ ليس عند الظهر تمامًا عند بلوغ الشمس الهاجرة بل انما بعد ذلك ساعتين او ثلاث ساعات وبالعكس اشد البرد ليس هو عند منتصف الليل بل نحو الساعة الرابعة صباحًا وكلما سخن نصف الكرة المتجه نحو الشمس يتمدد الهواء الى فوق والى سائر الجهات فيعلو على مساواة اعلى الهواء في النصف الآخر وبالضرورة يجري اليه حيث الهواء فيه ابرد واكثف وعلى هذه الكيفية يدور حول الكرة كل يوم موج هواء مرتفع بالحرارة يجري الهواء من اعلاهُ الى الجهة الباردة المتقابلة من الكرة فلا بد من تغيُّرات يومية في البارومتر متوقفة على ذلك فيبلغ اعظمهُ بقرب ساعة اشد البرد واقلهُ بقرب ساعة اشد الحرّ]

الباب الثاني

في حرارة الهواء والارض

الفصل الاول

في علم الاقليم والترمومتر الخ

(٣٩) الاقليم لفظة يونانية معربة تطلق اصطلاحًا على ما يتعلّق بهواء محلّ من الظواهر الطبيعيّة التي تتأثر بها المخلوقات الحيّة . وهو يتوقّف على معدّل حرارة السنة والشهر واليوم واعظمها واقلها وتغيرات الجَلَد من حيث كثرتها وفجائية حدوثها وشفافة الهواء والاشعاع الشمسي ورطوبة الهواء والارض وتغلب الندى والضباب ومقدار المطر والثلج والبرَد وجهة الريح وقوتها وجفافها الى غير ذلك . ولاستعلام هذه الامور لابد من رصود مستطيلة مدققة

(٣٠) الثرمومتر . هو الآلة التي تقيس تغيُّرات حرارة الهواء . وهو عبارة عن بلبوس زجاج صغير متصل بانبوبة زجاج مستدقة طويلة شعرية فيملأ البلبوس وقليل من الانبوبة زئبقًا او الكحولًا ولتمدُّد هذين كثيرًا بالحرارة وقلة تمدُّد الزجاج بها يفيضان عن البلبوس فيصعدان في الانبوبة عند ارتفاع حرارة الثرمومتر ولتقلُّصهما عند هبوط الحرارة اكثر كثيرًا من تقلُّص البلبوس ينزل ما صعد منهما في الانبوبة الى البلبوس ليملأ الفراغ الذي حصل فيهِ . فيدلّان بارتفاعهما وهبوطهما على تغيرات الحرارة الخاضع لها الثرمومتر

(٣١) تقسيم المقياس . اما قياس تلك التغيرات فيقتضي لهُ ان تُقسَم الانبوبة على مبدإٍ معيَّن ولا بد لذلك من تعيين درجتين من الحرارة غير متغيرتين فيُجعَلان نقطتين ثابتتين او محطتين ويجري التقسيم بينهما . وقد جرت العادة ان تجعل احداهما درجة ذوبان الجليد والاخرى درجة غليان الماء . وقد انقسم ما بينهما اقسامًا مختلفة بحسب نوع الثرمومتر فبموجب ثرمومتر فارنهيت تحسب درجة ذوبان الجليد ٣٢° ودرجة غليان الماء ٢١٢° ويقسم ما بينهما ١٨٠ قسمًا متساويًا ويقسم ما دون ٣٢° الى صفر وما دون الصفر الى الحدّ المرغوب مثل الدرجات فوق ٣٢° ويمتاز ما دون الصفر عما فوقهُ بتقدُّم علامة السلب عليهِ فدرجة ٤٠ تحت الصفر تكتب هكذا — ٤٠° و ٤٠ فوقهُ هكذا ٤٠° او + ٤٠° واستعمال هذا النوع شائع في بلاد الانكليز والولايات المتحدة

وبموجب ثرمومتر سنتيكراد تجعل درجة ذوبان الجليد صفرًا وغليان الماء ١٠٠° واستعمالهُ شائع في فرانسا . وهكذا يُجعَل الصفر ايضًا بحسب رومر ودرجة غليان الماء ٨٠ واستعمالهُ شائع في جرمانيا وروسيا

(٣٢) صفات الثرمومتر الجيّد . يلزم ان الدرجات المرسومة على انبوبتهِ تسع كميات متساوية من الزئبق فاذا كانت الانبوبة كلها على قطر واحد لزم مساواة طول الدرجات والّا فان طال القطر في بعضهِ وقصر في البعض الآخر يلزم تطويل الدرجات حيث قصر القطر وتقصيرها حيث طال حتى يتساوى الزئبق في كل درجة . ولمّا كان لا يمكن ان يحصل على انبوبة زجاجية شكلها اسطواني تامّ يلزم لبلوغ ما يمكن من التدقيق في تقسيمها ان يعتمد على الطريقة الآتية وهي ان يُدخَل عمود قصير من الزئبق في انبوبة ثنيها متساوٍ بقدر الامكان ويُوسَم مكان طرفيهِ بعلامتين مثل ا ب (شكل ١٠) ثم يُدفَع بهزّ الانبوبة حتى يصير طرفهُ الذي كان عند ا عند ب ويُوسَم مكان الطرف الآخر بعلامة مثل س فالقسمان ا ب ب س يسعان ضرورةً مقدارًا واحدًا من الزئبق . وهكذا نقسم الانبوبة من الطرف الواحد الى الطرف الآخر . ثم يُقسَّم كلٌّ من ا ب ب س س د الخ اقسامًا تماثل

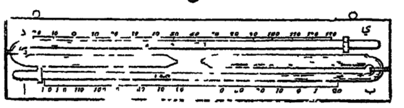
شكل ١٠

ا ب س د

اقسام الآخر. ومتى تمَّ تقسيم ثرمومتر على ما تقدَّم يُقسَم آخر بمقابلتهِ على الاوَّل في نقط مختلفة

(٣٣) الثرمومتر المقيَّد نفسهُ. كثيرًا ما يُراد معرفة اعظم الحرّ او البرد في يوم او اكثر وذلك بالثرمومتر الاعتيادي يقتضي رصودًا عديدة كل برهة يسيرة فلا يتيسَّر لطالب ان يتفرَّغ لهُ فضلاً عن كونهِ متعبًا مملاً فيُستغنَى عنهُ بالثرمومتر المقيَّد نفسهُ وهو على اشكال كثيرة منها شكل ١١ وهو يُستعمَل لتقييد اعظم الحرارة ويُصطنَع باخذ قطعة من الفولاذ طولها نحو نصف قيراط ادق من ثقب انبوبة الثرمومتر ووضعها على الزئبق في انبوبة ثرمومتر زئبقي. ثم بوضع الثرمومتر والمقياس ا ب وضعًا افقيًّا ويُؤتَى بالقطعة حتى تمس طرف عمود الزئبق. فمتى ارتفعت الحرارة يتمدَّد الزئبق

شكل ١١



ويدفع القطعة س ومتى هبطت يتقلَّص تاركًا القطعة مكانها. والدرجة التي بقيت القطعة عليها هي درجة اعظم الحرارة في ذلك اليوم

(٣٤) ثرمومتر اقل الحرارة. هو ثرمومتر تُعرَف بهِ اوطأُ درجة الحرارة في اليوم هكذا. يوضع الثرمومتر وضعًا افقيًّا وفي انبوبتهِ قضيب من زجاج ادق منها ضرورة طولهُ نحو نصف قيراط وفيها وفي البلبوس الكحول عوضًا عن الزئبق فيغمس القضيب في عمود الكحول ويُؤتَى بهِ قبل وضع الثرمومتر حتى يمس طرفهُ الاعلى طرف عمود الالكحول. فمتى تقلَّص الالكحول جذب القضيب معهُ لما بينهُ وبين الزجاج من الجاذبية ومتى تمدَّد تجاوزهُ بدون ان يزحزحهُ من مكانهِ فيستدل بذلك على اوطإ درجة هبطت الحرارة اليها منذ رصدها السابق

واعلم ان هذه الآلات تُصنَع غالبًا للدلالة على اعظم الحرارة واقلها في اربع وعشرين ساعةً فقط فقطعة الفولاذ التي تمس طرف العمود الزئبقي وقضيب الزجاج الذي يمس طرف العمود الالكحولي انما يدلان على اعظم الحرارة واقلها في تلك الاربع والعشرين ساعة

(٣٥) اعظم فيلبس. هو ثرمومتر افقي فيهِ قطعة زئبق صغيرة منفصلة عن العمود الزئبقي بفقاعة هواء صغيرة جدًّا فتقوم مقام قطعة الفولاذ في الاعظم الاعتيادي. فان تمدَّد الزئبق يدفع العمود الجزء المنفصل حتى تبلغ الحرارة اعظمها ثم متى اخذت الحرارة في النقصان يرجع العمود وتبقى القطعة المنفصلة حيثما اوصلتها الحرارة وهي على اعظمها فيستدل منها عليهِ. ثم اقم الثرمومتر عموديًّا تهبط القطعة المنفصلة حتى تلتحق بالعمود غير انها لا تلاصقهُ تمامًا لانفصالها عنهُ بالهواء كما سبق. وهذه الآلة اصح من غيرها للغرض المطلوب

(٣٦) تقييد الترمومتر فوتوغرافيًا. يُقيَّد ارتفاع الترمومتر في بعض الرصود بآلةٍ فوتوغرافية على ما تقدَّم عد ١٦ بان يجمع نور القنديل بعدسية حتى يقع على راس العمود الزئبقي في الترمومتر عوضًا عن البارومتر ثم توضع قطعة قرطاس معدّة للفوتوغرافية وراء الترمومتر بحيث يقع عليها ظل العمود الزئبقي فيحجبها عن نور القنديل وتتقدم قطعة القرطاس بدوران ساعةٍ فتبقى آثار ارتفاع الزئبق لكل ثانية من اليوم مرسومة على القرطاس وهذا الترمومتر هو من افضل ما توصّل اليهِ من النوع المقيَّد نفسهُ ولكن آثار الارتفاع غير واضحة فيهِ بالكفاية ولذلك ليست هي على كل ما يراد من التدقيق

(٣٧) علّة اختلاف الحرارة. اكبر علل اختلافها الشمس وكمية الحرارة التي ترسلها في وقت مفروض متوقّفة على ارتفاعها فوق الافق وشفافة الهواء. واختلاف الحرارة بين الصيف والشتاء متوقّف على مدّة بقائها فوق الافق وبعدها عن سمت راس الراصد

(٣٨) تسخين الجَلَد. يسخن الجلد بثلاثة امور وهي اشعة الشمس وملامستهُ ارضًا اسخن منهُ واشعاع الحرارة من الارض وانعكاسها عنها

اما الاوَّل فبامتصاص الهواء جزءًا من اشعة الحرارة قبل وصولها الى سطح الارض وقد حسب ان ما يمتص هو ربع الاشعة التي تخترق الجلد عمودية. واما الثاني فلان ما يبقى من اشعة الحرارة بعد الامتصاص يقع على سطح الارض فيسخنهُ وهذا يسخن طبقات الهواء الماسة لهُ فتتلطف فتصعد وينزل الى مكانها غيرها ابرد منها فيتلطف ايضًا ويصعد وهلمّ جرًّا ومن ذلك دوام صعود الهواء ونزولهِ قرب سطح الارض. واما الثالث فباشعاع الارض جانبًا من الحرارة التي تصل اليها من الشمس فيمتص الهواء بعضها ولاسيما الطبقات السفلى منهُ وهي ايضًا تشع حرارة الى كل جهة

ويظهر فعل اشعة الشمس التي تصل الى الارض راسًا في فصل الشتاء حينما يكسو الثلج الارض فتراهُ يذوب قرب الشجر والعشب اسرع مما يذوب في الاماكن التي لا يتخلّلهُ شيء فيها وذلك لان قشور الاشجار المسودّة ونحوها تمتص بموجب قانون الامتصاص حرارة اسرع مما يمتصها الثلج لتلوُّن سطحها وبياض سطحهِ فتسخن وتشعُّ حرارة فتذيب الثلج القريب اليها

(٣٩) كيفية عرض الترمومتر لمعرفة حرارة الهواء. يلزم لقياس حرارة الهواء ان يخرج الترمومتر الى حيث لا يعترض شيء مجاري الهواء ثم يوجَّه الى الشمال موضوعًا دائمًا في الظل بعيدًا عن جدران الابنية اقلهُ قدم واحد مرتفعًا عن الارض نحو عشرة اقدام محجوبًا عن كل حرارة يمكن ان تعكس اليهِ من المواد التي حولهُ كالابنية او الاتربة الرملية او غيرها وعن المطر ايضًا واذا عرض ان ابتلَّ بلبوسهُ بالمطر يُنشَّف جيدًا قبل رصدهِ بنحو خمس دقائق لانخفاض حرارة الزئبق فيهِ بالماء

عند تحولهِ الى بخار

وقد جعلوا لكل هذه الاحتياطات ان يوضع الترمومتر ضمن محفظة محبوكة حبكًا شبكيًا حتى يجري الهواء دائمًا فيها حول الترمومتر ليستدل على حرارتهِ .

شكل ١٢

ترى شكل ١٢ صورة المحفظة التي يوضع الترمومتر فيها في كربنويج وهي مصنوعة من لوحين متوازيين مائلين وسقف صغير بارز كالطنف يُعلَّق الترمومتر تحتهُ فيجري الهواء حول بلبوسهِ بلا مانع والمحفظة كلها تدور على محور منتصب ويوجَّه السطح المائل منها الى الشمس دائمًا

(٤٠) رصود الترمومتر السويعية . لتُعرَف احكام اختلاف حرارة الهواء لا بدَّ من رصدها كل ساعة نهارًا وليلاً ممرَّ سنين عديدة. وقد جرى ذلك في اماكن متعدّدة من اميركا الشمالية منها في طورانتو حيث رُصِد كل نصف ساعة مدَّة ١٠ سنين ومنها في فيلادلفيا حيث رُصِد كل ساعة مدة سنتين ونصف سنة وكل نصف ساعة مدَّة سنتين ونصف ايضًا ومنها في واشنطون كل ساعتين مدَّة سنتين ونصف ومثلها في انحاء أُخَر من الولايات المتحدة

(٤١) اختلاف الحرارة في الساعة . ان درجة الحرارة في مكان تختلف من ساعة الى اخرى باختلاف ارتفاع الشمس عن الافق ولكن اذا اخذتَ معدَّل كل درجات الحرارة التي رُصِدَت مرَّة في الساعة مدَّة زمان طويل وجدت معدل اختلافات الحرارة في الساعة قانونيًا الى الغاية . ترى شكل ١٣ قانون

شكل ١٣

اختلاف الحرارة في مدينة نيوهافن فالفصلات فيهِ تدل على ساعات اليوم والمعينات على الحرارة التي رُصِدَت فيها

ثم قد تقدم ان لليوم اعظم واحدًا واقل واحدًا ففي بيروت يقع الاقل قبل شروق الشمس نحو ساعتين والاعظم بعد الظهر نحو ساعتين . وفي السنة كلها على وجه التعديل تزيد الحرارة في تسع ساعات من اليوم وتنقص في ما بقي منهُ

واعلم ان الاعظم ليوم لا يكون الَّا متى تساوت الحرارة التي تخسرها الارض بالاشعاع والتي تكتسبها من الشمس فقبل انتصاف النهار تزيد حرارة الارض المكتسبة على المخسرة فترتفع درجتها

وبعد انتصاف النهار يقل مقدار المكتسبة عما كان قبله ولكن لا يزال اعظم من المخسرة بالاشعاع فلذلك يقع اعظم الحرارة بعد الظهر . ثم في الليل تبرد الارض بالاشعاع وانقطاع حرارة الشمس عنها ولكون اقل الحرارة لا يقع الاّ متى استوت الحرارة المخسرة بالاشعاع والمكتسبة من الشمس في رجوعها تكون الحرارة على اقلها قبل شروق الشمس نحو ساعتين

(٤٢) معدّل حرارة اليوم . هو معدّل اربعة وعشرين رصدًا في اربع وعشرين ساعةً كل رصدٍ في ساعةٍ ولصعوبة اتمام ذلك على الطريقة المذكورة قد استنبطت طرق شتى لتسهيله اشهرها ما ياتي

(٤٣) (١) اعظم الحرارة واقلها . فان الفرق بين معدّل الاثنين في اربع وعشرين ساعة ومعدّل رصود كل ساعة قليل فلذلك يستغنى بالثرمومتر المقيد نفسهُ عن معاناة تلك الاتعاب الجزيلة . غير انهُ لا يبلغ غاية التدقيق لزيادة معدل الاعظم والاقل اليومي على معدّل الاربع والعشرين ساعة وهو المراد بقولنا والفرق الخ قليل . وقد بلغت هذه الزيادة في سنة كاملة في نيوهافن نحو نصف درجة بان بلغت درجةً في الشتاء وزالت في الصيف فاذا طُلِب التدقيق التام اقتضى اصلاح خطإِ هذه الطريقة

(٤٤) (٢) رصود في ساعة واحدة معينة كل يوم . فان لم يتيسّر الحصول على ثرمومتر مقيّد نفسهُ يُستغنَى عنها بالطرق الأُخَر ومنها انهُ بناء على لزوم اتفاق اعظم الحرارة ومعدّل حرارة اليوم مرّتين في اليوم كالساعة التاسعة الاّ ربع صباحًا والثامنة الاّ ربع مساء في نيوهافن يمكن ان يُؤخَذ معدّل الحرارة بالتقريب باخذ الرصد مرّة في كل يوم في احدى هاتين الساعتين . غير انهُ لسرعة اختلاف الحرارة فيها كان التقدُّم عليها او التأَخُّر عنها ولو قليلاً جدًّا يوجب خللاً عظيمًا فضلاً عن انهما يختلفان باختلاف الحال والفصول فلذلك يفضّل ان يستخرج معدّل الحرارة من رصدين او اكثر في اليوم

(٤٥) (٣) الرصد في ساعتين من اسم واحد . فقد وُجِد ان معدّل حرارة ساعتين من اسم واحدٍ لا يختلف عن معدّل الاربع والعشرين ساعةً الاّ قليلاً . فمعدل رصدين احدهما في الساعة السادسة صباحًا والآخر فيها مساء يساوي تقريبًا معدّل رصدين آخرين احدهما الساعة السابعة صباحًا والآخر السابعة مساء او الساعة الثامنة صباحًا ومساء وهلمّ جرًّا وربما لم يَزِد الفرق بين معدّل العاشرة صباحًا ومساء ومعدّل ٢٤ ساعة عن $\frac{1}{4}$ درجة وهما اي العاشرة صباحًا والعاشرة مساء افضل من غيرها لاخذ معدّل الحرارة [والبعض يفضّلون الساعة ٩ صباحًا و ٩ مساء] ومعدلها اقرب الى معدّل اليوم من معدّل الاعظم والاقل

(٤٦) (٤) الرصد ثلاثاً كل يوم . وهو اقرب الجميع الى المطلوب فان معدَّل رصود الساعة السادسة قبل الظهر والثانية والتاسعة بعدهُ يقارب معدَّل حرارة اليوم جدًّا ومعدَّل رصود السابعة قبل الظهر والثانية والتاسعة بعدهُ يزيد قليلاً فقط عن معدَّل اليوم. فاذا اضيف مضاعف رصد الساعة التاسعة الى مجتمع الرصدين الآخرين وقُسِم الكل على اربعة لا يختلف عن معدَّل اليوم الَّا قليلاً جدًّا وذلك الاختلاف في نيوهافن ربع درجة لكل شهر و ١٠٠/١ من الدرجة فقط للسنة كلها

وقد ظهر ان استخراج معدَّل الحرارة من ثلاثة رصود في اليوم على ما تقدَّم هو افضل مما سواهُ في الاقاليم المختلفة كلها فلذلك يؤثر الرصد في تلك الساعات على ما في غيرها

(٤٧) معدَّل حرارة الشهر. يؤخذ معدَّلها بقسمة مجتمع المعدَّلات اليومية على عدد الايام. ترى شكل ١٤ معدَّل حرارة كل شهر من السنة في نيوهافن مع معدَّل اعظم ذلك الشهر واقلهِ حسبما تبيَّن من رصود ٨٦ سنة والاشهر فيهِ مرتبة على الخطوط الافقية ويدُلُّ على حرارة كلٍّ منها ما المعيَّن الذي يوافقهُ والمحنيان العلوي والسفلي يدلاَّن على اعظم الاشهر واقلها والمحني المتوسط بينهما على معدل الحرارة الشهري

شكل ١٤

فترى في نيوهافن اولاً ان تموز وآب هما اشد الاشهر حرًّا وان اعظم حرارة السنة واقع قرب ٢٤ تموز. وثانياً ان كانون الثاني هو اشدها بردًا وان اقل حرارة السنة واقع قرب ١٦ كانون الثاني. وثالثاً ان فرق الاعظم والاقل يزيد في الاشهر الباردة عما في الحارة . ورابعاً ان معدَّل حرارة نيسان هو دون معدَّل حرارة السنة درجتين وان معدَّل نيسان وتشرين الاوَّل يختلفان عن معدَّل السنة اقل من ١٠/١°

(٤٨) الاختلاف الشهري في اعراض مختلفة . ان اختلاف حرارة الاشهر بعضها عن بعض جارٍ في اكثر نصف الكرة الشمالي مجراهُ في نيوهافن كما مرَّ اي يزيد معدل الحرارة فيها من نيسان الى زمنٍ محدودٍ من الصيف ثم يتناقص كما تزايد الى زمن من الشتاء اما وقت الاعظم والاقل السنويين فيختلف باختلاف العرض . وهذا الاختلاف زهيد جدًّا قرب خط الاستواء مدار السنة كلها ولا رابط لاعظم البرد هناك فيحتمل وقوعهُ في اي شهرٍ كان بين تشرين الثاني واذار او بين تموز وايلول ولبعض الاماكن المجاورة اعظمان واقلاَّن للحرارة في سنة واحدة غير ان اعظم البرد في اقاصي جنوب

الولايات المتحدة يقع غالبًا في اواسط كانون الثاني وفي شمالها في اوائل شباط وفي طورانتو في اواسطهِ وفي عرض ٧٨ْ شي في اذار. وأعظم الحرّ في اكثرها في اواسط تموز ويتأخَّر في بعض انحائها الى ١٠ آب (انظر الجدول في آخر هذا الكتاب)

(٤٩) سبب الاختلافات المذكورة. لو اقتصرت حرارة المكان على فعل الشمس نفسها فيهِ مدّة شروقها عليهِ لحدث الاعظم والشمس في المدار الصيفي. ولكن لما كان يشترط في حدوث الاعظم ان تتساوى الحرارة التي تستمدها الارض من الشمس والتي تخسرها بالاشعاع لم يمكن ان يقع الاعظم حينئذٍ لزيادة الحرارة المُستمدَّة نهارًا على المخسرة ليلاً في اكثر ايام الصيف لطول النهار وقصر الليل حينئذٍ. اما في الخريف فالحرارة التي تشعها الارض ليلاً هي اكثر مما تستمدها نهارًا فيهبط معدّلها حينئذٍ هبوطًا سريعًا فيتأخَّر وقوع الاقل الى بعد اجتياز الشمس المدار الشتوي

واعلم ان وقت الاعظم والاقل متوقّفٌ على ارتفاع الشمس وهي على الهاجرة وعلى عدد الساعات التي تبقى فيها الشمس فوق الافق اي على طول الليل والنهار وقصرهما فلذلك يتأخَّر حدوث الاقل في الاعراض العليا عمّا في السفلى لقصر النهار فيها شتاء ويتأخَّر حدوث الاعظم لطول النهار صيفًا

(٥٠) معدّل حرارة المكان. يُؤخَذ معدّل حرارة السنة من معدّلات اشهرها ومعدّل السنة الواحدة يختلف عن معدّل الاخرى في مكان واحد وقلما يزيد اختلافهما عن عشر درجات مهما تعاظم بين السنين الباردة والحارّة. فان الفرق بين معدّل سنة ١٨٣٨ في نيوهافن وكانت احرّ سنة في ٨٦ وسنة ١٨٢٦ لم يَزِد عن ٣ ْ٦ ْ وكذلك في براسلَو لم يَزِد عن ١٠ درجات في ٦٦ سنة

ويُعرَف معدّل حرارة المكان من اخذ معدّل معدّلات سنين عديدة وفي كل مكان اقليمهُ متقلّب لابد للوقوف عليهِ من الرصد مدّة ٣٥ سنة على الاقل حتى تتعادل الاختلافات العرضية التي تحدث في مجرى السنين. واعلم ان معدل حرارة المكان لا يتغيَّر على تمادي الاجيال اذ لا دليل على انهُ قد تغيّر ما يُشعَر بهِ في مكانٍ ما مرّ الفي سنة

(٥١) اختلافات عرَضيَّة. هي غير ما ذُكِر ولا ضابط لها وحدوثها عن عللٍ سيأْتي ذكرها وكثيرًا ما يُشعَر بها في جانب عظيم من الارض في وقت واحدٍ وبعكسها في الجانب المقابل لهُ

١ ان الحرارة في مكان واحد أيًا كان لا تهبط بلا انقطاع من تموز الى كانون الثاني ولا تصعد بلا انقطاع من كانون الثاني الى تموز بل لها مدّة تقف فيها على درجة واحدة او تصعد قليلاً في الخريف وتهبط في الربيع وفي بلاد سوريا كأنَّ حرارة الصيف تعود في اواخر ايلول او اوائل تشرين الأوَّل وبرد الشتاء يعود في شهر اذار وهذه المحطّات في صعود الحرارة وهبوطها تتوقَّف في الغالب على

جهة الريح المائية ففي سوريا كثيرًا ما تهبُّ من الشرق في التشارين فتصعد الحرارة بعد هبوطها عن درجة الصيف وتهبُّ من الشمال الغربي في اذار فتهبط الحرارةُ الصاعدة الى ما كانت عليهِ في الكوانين ولكن هذه الوقفات في الهبوط والصعود لا تستمر بل تمكث مدَّة تختلف بين ثلاثة وستة ايام ثم تعود الى نسقها الاعتيادي هابطة او صاعدة]

الفصل الثاني

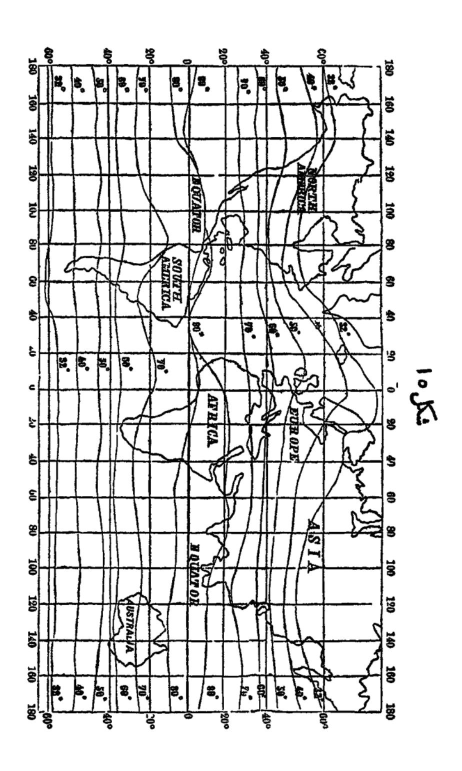
في توزُّع الحرارة على سطح الارض

(٥٢) الحرارة حسب اختلاف العرض . اذا تتبَّعنا الهاجرة من خط الاستواء الى القطبين وجدنا ان معدل الحرارة يتناقص تناقصًا متفاوتًا كلما ابتعدنا عن خط الاستواء غير ان ذلك ليس مطردًا فحرارة بعض الاماكن تزيد عن حرارة غيرها حال كونها ابعد منها عن خط الاستواء . واسباب ذلك محلية تختلف باختلاف الهواجر فحرارة العرض الواحد اذًا لا تستوي في كل دائرته

(٥٣) خطوط الحرارة المتساوية . اذا رُسِم خط على خارتة مارًّا بجميع الاماكن المتماثلة في معدل حرارتها سُمّي ذلك الخط خط الحرارة المتساوية . ومعدَّل الحرارة السنوي قرب خط الاستواء هو نحو ٨٠° الاَّ في ما وقع قربهُ من افريقيا والارخبيل الهندي حيث المعدَّل ٨٣° واماكن قليلة جدًّا يبلغ المعدَّل فيها ٨٥° . فالمساحة التي معدَّلها ٨٠° فصاعدًا في منطقة عرضها نحو ١٠٠٠ ميل تحيط باكثر من نصف الكرة . وفي ربع محيط الكرة هذه المنطقة تختلف عرضًا بين صفر والف ميل ايضًا . وما بقي من محيط الكرة وهو ثلاثون او اربعون درجة من درجات الطول فمعدَّل الحرارة السنوي فيهِ لا يزيد عن ٧٩° (انظر الجدول في آخر الكتاب)

اما خط الحرارة المتساوية لسبعين درجة فهرنهيت فهو خط متموّج قليلاً اكثرهُ يوازي خط الاستواء تقريبًا وهو يمرُّ في نصف الكرة الشمالي في كلفستون ونيواورليانس وموبيل وماراوغسطينوس وجزيرة تنريف واسكندرية مصر وكنتون في الصين

وخط الحرارة المتساوية لستين درجة يمرُّ في ساكرمنتو وكليفورنيا وممفيس من تنيسي وتبلهل في كارولينا الشمالية ونورفولك من فرجينيا وشمالي اسبانيا ورومية وجنوبي القسطنطينية وبقرب الطرف الجنوبي من بحر قزين وفي شانكهاي من الصين



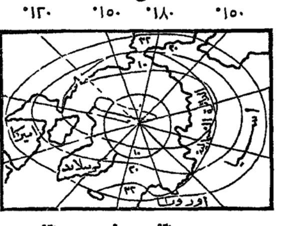
شكل ١٥

وخط الحرارة المتساوية لخمسين درجة يمرُّ في خليج ،وجت على حدود اوريكون وفي برلنكتون من ايوا ويتسبرج من پنسلفانيا ونيوهافن من كونكتيكت ودبلين وبلجيوم وفينَّا وبقرب الشط الشمالي من بحر الخزر وبشمالي باكين من الصين

وخط الحرارة المتساوية لاربعين درجة يمرُّ في وسط البحيرة الكبيرة وفي كويبك وهاليفكْس من اسكوتسيا الجديدة وفي جنوبي ايسلاندا وفي أُبسالا من اسوج وبطرسبرج وموسكو

وخط الحرارة المتساوية لاثنين وثلاثين هو منحنٍ بيضي متموّج مركزهُ بقرب القطب الشمالي وهو يمتدُّ متطاولاً الى جهة اميركا واسيا وينزل الى عرض ٥٢° في القارات الاَّ على حدود نروج حيث يصعد الى عرض ٧٢° . طول قطرهِ الاطول مضاعف قطرهِ الاقصر تقريبًا . وهو يمرُّ في جنوبي بوغاز بيرين قليلاً وبقرب الشاطئ الشمالي من البحيرة الكبيرة وبالشاطئ الجنوبي من خليج جيمس وبجنوبي كريلاند وشمالي ابرلاند وببرنول من سيبيريا . ومعدَّل حرارة كل هذه المساحة

شكل ١٦



تحت درجة ذوبان الجليد. ترى هذه الخطوط في شكل ١٥ وشكل ١٦ غير انها لم تعيَّن كلها برصود خاصة فربما لم تكن كاملة التدقيق الاَّ ان النقص فيها قليل على كل وجهٍ لانها قد رُسِمَت بموجب رصود كثيرة جدًّا متفرّقة في اكثر جهاتها

(٥٤) معدَّل حرارة القطب الشمالي . ان معدَّل الحرارة في اماكن كثيرة من النواحي الشمالية العليا لا يرتفع عن الصفر الاَّ قليلاً وهو في مينا فان رنسلير على عرض ٧٨° تحت الصفر ٣ $\frac{1}{2}$° ف . وربما كان معدَّل قسم متسع حول القطب تحت صفر ف . ومن خطوط استواء الحرارة القريبة اليهِ يظهر انهُ بيضي الشكل طولهُ نحو ٢٠٠٠ ميل وعرضهُ ٧٠٠ ميل وهو واقع بالاكثر الى جهة اميركا الشمالية عن القطب الشمالي واما كون القطب الشمالي داخلهُ او خارجهُ فلا يزال مجهولاً . والظاهر ان ابرد مكان في نصف الكرة الشمالي هو ما وقع بين ٨٠° و٨٥° من العرض الى شمالي اميركا والمرجَّح ان معدَّل حرارتهِ ٥° تحت الصفر (انظر الجدول في آخر الكتاب)

(٥٥) المقابلة بين جانبي الاوقيانوس الاتلانتيك . معدل حرارة الشط الشرقي منهُ اعظم من معدل شطهِ الغربي على عرض واحد فان معدل حرارة نيويورك مثل معدل حرارة دبلين مع ان هذه ارفع من تلك ثلثة عشر درجة عرضًا شماليًا . وكذلك معدل الحرارة عند البحيرة الكبيرة على

عرض ٥٠° مثل معدلها في الراس الشمالي على عرض ٧٣°

وسبب زيادة الحرارة على الشط الاوربي هو ارتفاع حرارة مياه الاوقيانوس هناك وحرارة الرياح الغربية المتغلّبة . اما ارتفاع حرارة مياه الاوقيانوس فلأنّ تيّار الخليج يحمل ماء الاقطار الاستوائية الحارّ الى الاوقيانوس الاتلانتيكي الشمالي ويجري فرعٌ منهُ سيما بين ايسلاندا وبريطانيا حتى ينتهي الى الاوقيانوس الشمالي فيرفع حرارتهُ كثيرًا عن حرارة الاعراض التي هو فيها . واما ارتفاع حرارة الرياح الغربية فلأنها تمرّ على الاوقيانوس الاتلانتيكي في هبوبها من الغرب فتحمل من حرارتهِ الى ما وقع في جهة مسيرها اي الى الشط الشرقي من الاوقيانوس الاتلانتيكي فترفع حرارتهُ لان الريح الغربية هي المتغلّبة كما تقدّم

(٥٦) جانبا الاوقيانوس الباسيفيكي اي المحيط . ان تيّارات الاوقيانوس الباسيفيكي هي كتيارات الاوقيانوس الاتلانتيكي في فعلها وبين حرارة الاماكن على شطيهِ اختلاف يناسب ذلك. فينتج عن ذلك اختلاف ظاهر في حرارة الاماكن التي في اميركا الشمالية بعضها الى جانب الاتلانتيكي وبعضها الى جانب الباسيفيكي ولو كانت على عرضٍ واحدٍ . فخط معدّل الحرارة لخمسين درجة هو على الجانب الباسيفيكي ارفع ١٠ درجات عرضًا شماليًا مما على الجانب الاتلانتيكي فلذلك ترى معدّل حرارة مدينة ستكا على عرض ٥٧° ٣′ مثل معدّل ايسنبورت في ماين تقريبًا على عرض ٤٤° ٥٤′

(٥٧) المقابلة بين نصف الكرة الشمالي والنصف الجنوبي . ان معدّل حرارة نصفها الشمالي اعظم من معدّل حرارة نصفها الجنوبي

فترى على عرض ١٠°	معدّل حرارة النصف الشمالي يزيد عن معدّل الجنوبي	١٫٣°
" " " ٢٠°		٤٫٣°
" " " ٣٠°		٩٫٣°
" " " ٤٠°		٩٫١°

ولم تُستقرَ هذه الزيادة بعدُ في الاعراض الباقية فوق ما ذُكر لعدم الرصود الكافية . ولعلّ ذلك الاختلاف ناتج عن زيادة اليابسة في النصف الشمالي ثم لوقوع اكثر اشعة الشمس على الماء في النصف الجنوبي تنصرف عن تسخين الارض الى تحويل الماء بخارًا فيختفي بذلك جانب عظيم من الحرارة ولا يعود يظهر الا عند تكاثف البخار وسقوطهِ مطرًا وهذا يكون بالاكثر في النصف الشمالي كما تحقّق من قوائم رصود الف سنة تقريبًا فان عدد ايام المطر في الاوقيانوس الاتلانتيكي الشمالي اكثر ٥٠ في المئة من ايام المطر في الاتلانتيكي الجنوبي فالنصف الجنوبي اذًا يبرد اكثر من الشمالي بالبخر والنصف الشمالي يسخن اكثر من الجنوبي بزيادة تكاثف البخار فيهِ فمعدّل حرارتهِ اذًا اعلى من

معدَّل حرارة النصف الجنوبي

(٥٨) مقابلة ابرد الشهور باحرّها . ان معدَّل حرارة بلادٍ قاصرٌ عن الدلالة على هوائها ومحاصيلها فقد يتفق مكانان في معدَّل حرارتهما ويختلفان كثيرًا في اعظم حرارتهما وبالتالي في محصولاتهما النباتية فمعدَّل حرارة نيويورك ولفربول مثلاً واحدٌ ولكن الفرق بين معدَّل حرارة اشهر الصيف والشتاء في نيويورك مضاعف فرق معدَّل حرارتها في لفربول وكذلك في انكلترا كلها حرارة الصيف لا تنضج الذرة البيضاء اما العمشق فينضر فيها مع انهُ قلما يعيش في نيويورك لشدَّة برد الشتاء

واعلم ان معدَّل حرارة اشد الاشهر حرًّا لايختلف عن معدَّل حرارة اشدها بردًا اكثر من خمس درجات في بعض الاماكن كما في قسم من جزائر الهند الغربية وفي الارخبيل الهندي . وفي سنكابور لايختلف معدَّل حرارة كانون الثاني اكثر من ½ ٣ درجة عن معدَّل تموز . ويبلغ الفرق بينهما في اماكن اخرى ٥٠° او ٨٠° وقد يبلغ ١٠٠° فالفرق في كويبك ٦٠° وفي فورت تشرشل على خليج هدسن ٨٦° وقد يتجاوز المئة كما في بعض نواحي سيبيريا (انظر الجداول في آخر الكتاب)

[لاجل معرفة اقليم ينبغي حل معدَّل حرارتهِ الى ضلعيهِ اي الى الاعظم والاقل اللذين استُخرِج منهما المعدَّل فكل معدَّل حرارة مركَّب من ضلعين احدهما معدَّل حرارة النهار والآخر معدَّل حرارة الليل فمعدَّل واحد قد يدل على امرين مختلفين اختلافًا معتبرًا . مثالهُ في ايلول سنة ١٨٦٥ كان معدَّل حرارة مدريد من اسبانيا ومعدَّل حرارة منتون على خليج جنوا ٨ ´٧٢° ف وبين الاقليمين تفاوت كلي لان معدَّل حرارة النهار كان في مدريد ٣ ´٨٦° وفي منتون ٦ ´٧٧ ومعدَّل حرارة الليل في مدريد ٥ ´٥٩° وفي منتون ٦٨° فمن هذا المثال يرى لزوم معرفة الاعظم والاقل ولا يكفي معرفة معدَّل الحرارة فقط لاجل معرفة اقليم]

(٥٩) اقليم بحريٌّ واقليم بريٌّ . اقرب استواء الحرارة هو في الجزائر وابعدهُ في اواسط القارات فبذلك يقسم اقليم بلادٍ الى بحري وبري فالبحري تختلف حرارتهُ قليلاً بين الصيف والشتاء واما البر فقد يختلف ١٠٠° فهواء البلدان التي تحدُّ الابحر حرارتها مستوٍ وهواء التي تبعد البحار قليلاً في حرارتها متقلّب

واعلم ان اختلاف الحرارة السنوي في شرقي الاوقيانوس الاتلانتيكي هو اقل جدًّا من اختلافها في غربيهِ لتغلُّب الرياح الغربية هناك فهواء غربي الاوقيانوس الاتلانتيكي هو بريٌّ اصلاً لتغلُّب الرياح الغربية وهواء شرقيهِ بحريٌّ بالاكثر لتغلُّب الرياح الغربية ايضًا

(٦٠) اعلى حرارة رُصِدَت . قد ترتفع الحرارة في الاعراض الوسطى الى درجة لا تبلغها في

اكثر الاماكن القريبة من خط الاستواء وان كان معدَّل الحرارة في تلك الاماكن اعظم مما في سواها. ففي سنكابور مثلاً لم يرتفع الثرمومتر عن ٩٥° البتة حال كونها على خط الاستواء وقد بلغ في نيويورك وباريس ١٠٤° وفي الموصل ١١٧° وفي فورت مِلَر من كليفورنيا ١٢١° وفي الهند ١٣٢° وفي صحراء افريقيا ١٣٣° وهذه جميعها بعيدة عن خط الاستواء

هذا بشرط بقاء الثرمومتر في الظل وتجدُّد الهواء حولهُ والاَّ فان اصابتهُ شعاع الشمس يرتفع غالبًا اكثر مما ذُكِر. ففي الهند عُرِض على الشمس ثرمومتر بلبوسهُ ملبّس صوفًا اسود فارتفع الى ١٦٤° ووُضع آخر في علبةٍ سوداء مغطاة بزجاج فارتفع الى ٢٤٨°

(٦١) اوطأ حرارةٍ رُصِدَت. اوطأها رُصِد في اميركا الشمالية وسيبيريا. فاوطأها في سنكابور ٦٦° وفي كي وست ٤٥° وفي باريس ونيويورك — ١٠° وفي نيوهاڤن — ٢٤° وفي مونتريال — ٣٨° وفي بلدة لبنان الجديد من نيويورك وفرنكونيا من همبشر الجديدة وعدَّة اماكن أُخَر من تلك الاقاليم جمد الزئبق في كانون الثاني ١٨٣٥ وذلك دليل على هبوطهِ الى تحت ٤٠° تحت الصفر. وقد رصد الدكتور كَيْن حرارة ٦٧° تحت الصفر على عرض ٧٨° والقبطان باك حرارة ٧٠° تحت الصفر في فورت ريلاينس على عرض ٦٣° واما في سيبيريا فقد هبط الثرمومتر الى ٧٦° تحت الصفر

(٦٢) فسحة ارتفاع الحرارة وهبوطها. اذا عدَّلنا الحواصل في ما سبق وجدنا ان فسحة ارتفاع الثرمومتر وهبوطهِ في سنكابور هي ٢٩° وفي نيويورك ١١٤° وفي مونت ريال ١٤٠° وفي فورت ريلاينس ٢٠٩° اي من — ٦٧° الى + ١٣٢°

واعلم ان هذه الفسحة قد تكون ليوم واحدٍ في الاعراض الوسطى اكثر مما هي للسنة كلها عند خط الاستواء مثالهُ كان الثرمومتر في هنوفر من همبشر الجديدة على ٤٠° عند الظهر من ٧ شباط ١٨٦١ ثم هبط الى — ٣٣° في الصباح التالي فتكون الفسحة ٧٣° في ١٨ ساعة. (انظر الجدول في آخر الكتاب)

[لاجل استعلام فسحة حرارة مكان ينبغي توقية الثرمومتر بالتمام من فعل الاشعاع ويجب اعتبار ارتفاعهِ عن سطح الارض. فان وُضِع بيت الترمومتر وراء جدار بحيث لا تشرق عليهِ الشمس تكون الفسحة عدَّة درجات اقل مما كانت لو وُضع في عراء نصيبهُ الشمس اكثر النهار. وكذلك الفسحة في وطية اكثر مما هي على هضبة وعلى تربة رملية اكثر مما هي على تربة سوداء وعلى تربة سوداء اكثر مما هي على عشب وعلى عشب طويل اكثر مما هي على عشب قصير وبقرب الارض اكثر مما هي بالارتفاع عنها. فاذا أُرِيد مقابلة فسحة حرارة اقليم بفسحة حرارة اقليم آخر فلا بدَّ من الاتفاق التام في المكانين من جهة الامور المشار اليها]

الفصل الثالث

في اختلاف حرارة الهواء باختلاف الارتفاع

(٦٣) ينقص معدَّل حرارة الهواء بالارتفاع عن سطح الارض كما يُعرَف من صعود جبل او الصعود في بلُون . ويختلف معدَّل التناقص باختلاف العرض والفصل والساعة فانهُ اسرع في البلاد الحارة مما في الباردة وتكون سرعتهُ على اعظمها في الاشهر الاشد حرًّا وفي الساعة الخامسة بعد الظهر وعلى اقلها عند شروق الشمس وهي كثيرة قرب سطح الارض وتقلُّ كلما ارتفعت عنهُ ويتضح ذلك من الجدول الآتي وهو حاصل رصود كثيرة رصدها الذين صعدوا في بلُون مرارًا عديدة تحت ادارة الجمعية العلمية البريطانية فتحققوا منها الاختلاف المشار اليهِ في جوار مدينة لندن

الارتفاع	والجوّ صافٍ	والجوّ مغيم
من ٠٠٠ قدم الى ٥٠٠٠ قدم	النقصان ١° لكل ٢٢٩ قدمًا من الارتفاع	١° لكل ٢٧١ قدمًا من الارتفاع
" ٥٠٠٠ " " ١٠٠٠٠ "	" " " ٣٩٤ " " "	" " " ٣٩٠ " " "
" ١٠٠٠٠ " " ١٥٠٠٠ "	" " " ٤٩٠ " " "	" " " ٤٥٦ " " "
" ١٥٠٠٠ " " ٢٠٠٠٠ "	" " " ٥١١ " " "	" " " ٤٢٥ " " "
" ٢٠٠٠٠ " " ٢٥٠٠٠ "	" " " ٧٧٧ " " "	" " " ٧٢٥ " " "
" ٢٥٠٠٠ " " ٣٠٠٠٠ "	" " " ١١٩٠ " " "	" " " ١١١١ " " "

(٦٤) علة هذا التناقص . علّةُ الوحيدة هي تمدُّد الهواء فانهُ متى سخنت طبقة الهواء السفلى بحرارة الشمس تمدَّدت وصعدت بداعي خفَّة ثقلها النوعي فيخفّ عنها الضغط فتتمدَّد اكثر وتشغل حيّزًا اعظم فتفرّق حرارتها حينئذٍ على ذلك الحيز فيشغل جانب منها وقس عليهِ باقي طبقات الهواء ويتضح ذلك عمليًّا اذا وُضع ترمومتر تحت قابلة مفرغة الهواء وفرّغ الهواء من القابلة بسرعةٍ فيدلُّ الترمومتر حينئذٍ على نقصان في الحرارة ثم اذا ردَّ الهواء الى القابلة ارتفع الترمومتر حتى يصير على الدرجة التي كان عليها

فلو كان رطل من الهواء يحوي كمية واحدة من الحرارة ايما كان على الجبال او على مساواة سطح

البحر ونحو ذلك لكان الهواء في حالة الموازنة وهو يطلب تلك الموازنة ابدًا الّا ان الشمس تمانعهُ فلا يبلغ تمام الموازنة البتة

(٦٥) قانون نقصان الحرارة باختلاف الارتفاع . يتضح من الرصود المذكورة في العدد الثالث والستين ان نقصان الحرارة لا يجاري العلو على نسبة بل ان الحرارة علاقةً تامةً بالضغط كما يظهر من البارومتر. وقد وضعنا في الجدول الآتي مختصر تلك الرصود والجوّ صافٍ

البارومتر	الحرارة	الفرق	البارومتر	الحرارة	الفرق
١٠ قراريط	-١٠٫٩°		٢٠ قيراطًا	١٥٫٣	
١٢ "	-٦٫١	٤٫٨°	٢٢ "	٢١٫٠	٥٫٧°
١٤ "	-١٫٧	٤٫٤	٢٤ "	٢٦٫٨	٥٫٨
١٦ "	+٣٫٧	٥٫٤	٢٦ "	٣٢٫٧	٥٫٩
١٨ "	+٩٫٥	٥٫٨	٢٨ "	٣٩٫٦	٧٫٣
٢٠ "	+١٥٫٣	٥٫٨	٣٠ "	٥٠٫٠	١٠٫١

فالعمود الاوّل يدل على الضغط حسب البارومتر والثاني على الحرارة الموافقة لهُ حال كونها على سطح الارض على ٥° والثالث على اختلاف الحرارة باختلاف عدد الضغط قيراطين واعظمهُ بقرب سطح الارض ويزول تقريبًا على علو ميل عن سطح الارض اي ان هبوط الترمومتر هناك متناسب تقريبًا لهبوط البارومتر فكلما اختلف الاوّل خمس درجات اختلف الثاني قيراطين وهلمّ جرًّا

شكل ١٧

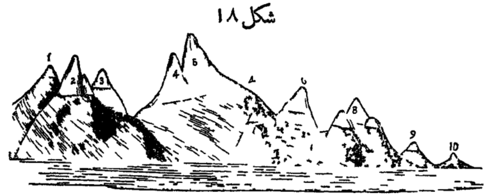
ويُدَلُّ على ذلك في شكل ١٧ فالمحني فيهِ يدل على توقُّف الحرارة على الضغط والمحيات على الحرارة المرصودة من ٥٠° الى -١١° والفصلات على الضغط المطابق لها من ثلاثين قيراطًا الى عشرة قراريط

(٦٦) حدّ الثلج الدائم. بسبب تناقص الحرارة على النسق المذكور ترى قمم الجبال الشامخة في كل مكان مكتسية ثلجًا مدار السنة كلها وهذا هو المراد بالثلج الدائم وحدّهُ اوطأُ ما يدوم فيهِ الثلج مدار السنة وهو ليس المكان الذي معدّل حرارتهِ ٣٢° ولا نعرف من معدّل حرارة السنة بل بالاكثر من معدّل حرارة الشهر الأحرّ

وارتفاع الحدّ المشار اليهِ يقلّ كلما تقدّمت من خط الاستواء نحو القطبين وذلك ليس مطردًا

لتوقفهِ على امورأُخَر وهي معدَّل الحرارة وشدَّة حرارة الصيف وكمية الثلج السنوية والرياح الغالبة ومجاورة قمم الجبال اوالسهول الواسعة . فارتفاعهُ على خط الاستواء بين ٥٠٠٠ او ١٦٠٠٠ قدم حيث معدَّل الحرارة السنوي ٣٥° ومعدَّل ارتفاعهِ على جبال الپا ٨٨٠٠ قدم حيث معدَّل الحرارة السنوي ٢٥° وعلى حدود نروج ٢٤٠٠ قدم حيث معدَّلها السنوي ٢١° . ترى في شكل ١٨ حدَّ الثلج الدائم على جبال متعدَّدة في اعراض مختلفة فان ١ و٢ و٣ هي جبل إلاماني وجبل اكونكاكوا وجبل شمبورازو في اميركا الجنوبية و٤ و٥ و٦ هي شوما لاري ودهولاجري وقوه قاف في اسيا و٧ جبال البرن و٨ جبال الپا و٩ سوليتلما في ناروج و١٠ جزيرة ماجروي (انظر الجدول في آخر الكتاب)

شكل ١٨



(٦٧) حرارة الفضاء الذي بين السيارات . ان نقصان حرارة الهواء بالارتفاع عن سطح الارض محدود فلا ينقص معدَّل حرارتهِ البتة عن حرارة الفسحة التي بين السيارات والحرارة هناك مستقلَّة عن حرارة الارض تشعها النجوم الثوابت التي هي اجرام حارَّة كشمسنا . ولابدَّ انها اوطأُ من حرارة قطبي الارض لاكتساب كلٍّ من القطبين حرارة وافرة من الشمس مدَّة ستة اشهرٍ كل سنة

(٦٨) كيفية تقدير حرارة الفسحة التي بين السيارات . هذه الحرارة دون حرارة القطبين في ابرد اشهر الشتاء ايضًا لانهما لايخسران في الشتاء كل الحرارة التي يكتسبانها في الصيف ولان الرياح تنقل اليهما على الدوام شيئًا من حرارة النواحي الاستوائية

ثم اذا عرفنا اختلاف الحرارة في مكان قريب الى احد القطبين سهلت علينا معرفة الحرارة نفسها فاذا اخذنا اوخونسك في سيبيريا مثالاً لذلك وجدنا ان معدَّل حرارتها في كانون الثاني هو ٤٤° تحت الصفر تهبط حرارتها ٣٤° من تشرين الاوَّل الى تشرين الثاني و١٨° من تشرين الثاني الى كانون الاوَّل و٦° من كانون الاوَّل الى كانون الثاني ولو بقيت محجوبة عن حرارة الشمس لهبطت الحرارة فيها الى اسفل ما تهبط اليهِ في كانون الثاني وعلى ذلك كانت تنتهي الى — ٦٠° فلا تكون حرارة الفسحة التي بين السيارات فوق — ٦٠° . وقد جرى تقديرها على طرق شتى فقدَّرها

كثيرون من مشاهير الفلاسفة — ٨٠°

(٦٩) كون الهواء معدِّلاً للحرارة. يعدّل الهواء حرارة الشمس بامتصاصهِ جانبًا من شعاعها في النهار فيسخن ويتمدد فيختفي بذلك جانب من الحرارة . ويعدل البرد في الليل بمعارضتهِ تفرُّق الحرارة التي تشعها الارض وظهور الحرارة التي تختفي فيهِ نهارًا متى برد وتقلّص فيشعر بالدفإ ولولا الهواء لاشتدّ الحرُّ جدًّا في النهار بوصول كل حرارة الشمس الى سطح الارض وقرس البرد في الليل لعدم وجود ما يمنع الحرارة التي تشعها الارض عن التفرُّق في الفضاء

الفصل الرابع

في حرارة الارض على اعماق متفاوتة

(٧٠) طرق رصدها . تقاس الحرارة على اعماق متفاوتة بطمر قسم من ترمومتر انبوبتهُ طويلة في التراب وابقاء القسم الآخر مكشوفًا فيستدل منهُ على الحرارة بدون ان يتزحزح . وقد تواطأ الرَّصَد على ان يطمروا الترمومتر على احد هذه الاعماق وهي ٢٤ و١٢ و٦ و٣ من الاقدام الفرنساوية (والقدم الفرنساوي يزيد $\frac{١}{١٥}$ عن الانكليزي) وقد رصدوها على تلك الاعماق من سنة ١٨٤٣ الى سنة ١٨٥٣ في بروسلّ وايدنبرج وكرينويج ورصدها بعضهم على اقل من ثلاثة اقدام وكانوا اولاً يرصدونها مرارًا كل اليوم ثم انتهوا برصدها مرَّةً في اليوم او في الاسبوع

[قد ظهر من امتحان الدكتور لامونت في مونيخ ان انزال الترمومتر المضبوط الى حُفَر او ثقوب على اعماق مختلفة واخراجهِ بسرعة وقراءتهِ بعد مكثهِ فيها مدَّةً اصح من دفن بلبوس ذي انبوبة طويلة نافرة فوق سطح الارض]

(٧١) فسحة ارتجاج الترمومتر. لما كانت الارض موصلاً غير جيّد للحرارة كانت فسحة ارتجاج الترمومتر تنقص سريعًا بازدياد العمق حتى تتلاشى اختلافات الحرارة اليومية على عمق من الاعماق واختلافاتها السنوية على اعمق منهُ وتتغيَّر تلك الاعماق كالجذر المالي للمدّات فتتلاشى الاختلافات السنوية على ١٩ مرَّة عمق ملاشاة الاختلافات اليومية لان ١٩ هي الجذر المالي تقريبًا من ٣٦٥ اي عدد ايام السنة وتتلاشى الاختلافات اليومية على عمق ٣ $\frac{١}{٢}$ قدم غالبًا في اوربا غير ان ذلك لا يصدق في غيرها لاختلاف العمق شيئًا باختلاف العرض ولتفاوت التربة في وصل الحرارة

واعلم ان معدَّل ارتفاع الترمومتر وهبوطهِ السنوي على عمق ثلاثة اقدام هو اقل من نصف ذلك المعدَّل على سطح الارض وعلى عمق ١٢ قدمًا اقل من ربعهِ عليهِ وعلى عمق ٢٤ قدمًا اقل من عشرهِ

(٧٢) طبقة الحرارة العديمة التغيُّر. قد تقدَّم ان اختلاف الحرارة السنوي يتلاشى عند اعماق معيَّنة والمراد بتلاشيهِ هو بقاء حرارة تلك الاعماق على درجة واحدة مدَّة الفصول الاربعة . وهي تتوقَّف على اعظم ارتفاع حرارة الهواء وهبوطها فهي في اوربا بين ٨٠ و١٠٠ قدم تحت سطح الارض وقد وُضع ترمومتر ٧٥ سنة في سرداب مرصد باريز على عمق ٩١ قدمًا تحت سطح الارض ولم يختلف الزئبق فيهِ اكثر من نصف درجة في تلك المدَّة كلها

وقد تبيَّن من جميع رصود الحرارة ان معدَّل الحرارة السنوي على اعماق مختلفة هو قريب جدًّا من معدَّل حرارة الهواء فيسهل من ذلك تعيين حرارة كل مكانٍ بالتقريب ولهذا الامر اعتبار كليٌّ عند الذين يسوحون للاكتشافات العلمية

[هذه القاعدة اغلبية لاسيما في الاماكن الكثيرة الثلوج المانعة اشعاع حرارة الارض مثالهُ في بلاد روسيا على نحو ١٢٠ ميلاً الى جنوبي اركانكل معدَّل حرارة الهواء ٣٢° ومعدَّل حرارة الارض ٤١° اي معدَّل حرارة الارض ٩° اعلى من معدَّل حرارة الهواء وفي الجنوب الغربي من سيبيريا معدَّل حرارة الهواء ٤١° ومعدَّل حرارة الارض ٥٠°]

(٧٣) وقت الاعظم والاقل . ان حرارة الشمس تنفذ في الارض رويدًا لكونها موصلاً غير جيّد فكلما تعمَّق في الارض تأخَّر وقت الاعظم هناك فعلى عمق ١٢ قدمًا يتأخَّر الى تشرين والاقل الى نيسان وعلى عمق ٢٤ قدمًا يقع الاعظم في كانون الاوَّل والاقل في حزيران او تموز وتختلف هذه الاوقات باختلاف البلدان لتوقفها على جودة التربة والصخور اوصل الحرارة

وكذلك الاعظم اليومي فانهُ يقتضي للحرارة ثلاث ساعات حتى تبلغ عمق اربعة قراريط

(٧٤) ازدياد الحرارة بازدياد التعمُّق . ان الحرارة لا تتغيَّر مدار السنة على عمق ١٠٠ قدم تحت سطح الارض غير ان معدَّلها لا يساوي معدَّل حرارة السطح . وقد اتضح من رصود متعدّدة في جهات مختلفة ان الحرارة تزيد بزيادة التعمق الى حدٍّ محدود وقد اتصلوا الى رصد الاعماق بواسطة المعادن والآبار الارتوازية وهي عبارة عن ثقوب في الارض تثقبها آلة شبيهة بلولب قطرها قيراطان او ثلثة حتى تصل الى نبع ثم تُنزَّل انبوبة في الثقب وتحكَّم فيهِ جيدًا من فمهِ الى قاعهِ لتمنع اتربة الجدران عن امتصاص الماء او تمنع نفوذهُ في شقوق بين الصخور (وسُمّيت ارتوازية نسبةً الى ارتواز قرية في ظاهر باريز حيث جرى هذا الثقب اولاً) وكثر حفرها في اوربا وانتهى بعضها الى عمق ٢٢٠٠ قدم. وعمق

بعض المعادن هناك ٣٠٠٠ قدم ونيف . ومن رصودها استخرج معدّل الازدياد في اوربا درجة لكل ٥٣ قدمًا

(٧٥) معدّل الازدياد في الولايات المتحدة . قد حُفِرَت آبار ارتوازية في الولايات المتحدة ايضًا وبلغت اعماقًا عظيمة جدًّا منها بئر في شارلستون من كارولينا الجنوبية عمقها ١٠٠٠ قدم واُخرى في لويسفيل من كنتكي عمقها ٢٠٨٦ قدمًا واخرى في سانت لويس عمقها ٢٢٠٠ قدم واخرى في كولومبس من اوهايو عمقها ٢٥٧٥ قدمًا . وظهر من البئر التي في لويسفيل ان الحرارة تزيد درجة لكل ٧٦ قدمًا ومن التي في كولومبس درجة لكل ٧١ قدمًا فمعدّل ما ظهر من الاثنتين درجة لكل ٧٣ قدمًا وهذا اقل من معدّل الزيادة في اوربا

(٧٦) الطبقة المتجمّدة . ان معدّل الحرارة داخل الدائرة الشمالية كلها تقريبًا هو تحت ٣٢° كثيرًا وكذلك معدّل حرارة سطح الارض هناك . فيحل من الجليد صيفًا في النواحي القطبية ما عمقه ثلاثة اقدام او اربعة فقط وتحت ذلك طبقة جليد دائم تزيد عمقًا كلما تقدّمت شمالًا الى حدّ ما يؤذن ناموس ازدياد الحرارة المذكور ع ٧٤ . وقد سُبِرَت هذه الطبقة في اوخوتسك على عرض ٦٢° ٢′ فكان عمقها ٣٨٢ قدمًا هناك . فلذلك لا فائدة في حفر آبار في النواحي القطبية ما لم تبلغ الى اعمق من اسفل طبقة الجليد الدائم

(٧٧) حرارة الارض على اعماق عظيمة. اذا استمرّ ازدياد الحرارة على اعماق عظيمة كما تزيد بقرب سطح الارض ترتفع فوق درجة الغليان على عمق ميلَين وتصهر الصخور على اقل من مئة ميل . وذلك دليل على ان الارض كلها سائلة الّا قشرة سطحية رقيقة بالنسبة الى قطر الكرة

[هذا الراي مرفوض لان الحرارة تحت سطح الارض لا تزيد ابدًا بالاقتراب الى المركز بل تنتهي الى درجة محدودة ثم تقلّ وقد تبرهن جمود الاجزاء الداخلية وكثافتها من ملاحظات كثيرة لا محل لذكرها هنا وايضًا من قواعد الجاذبية وثقل الارض النوعي وان قيل كيف يُعلّل اذ ذاك عن حدوث البراكين فسوف يأتي الكلام بذلك في محلهِ]

(٧٨) دلالة البراكين . يُؤيّد ذلك من البراكين فان عددًا غفيرًا منها يقذف غالبًا صخورًا كثيرة مصهورة وفيها كثيرٌ من تلك المواد المصهورة سواءٌ قذفتها ام لا . واعلم ان عدّة من البراكين المنطفئة والهائجة واقعة بقرب شاطئ البحر المحيط من راس هورن الى الدائرة الشمالية وتمتد من هناك على شطوط اسيا الشرقية الى يابان وجزائر فيلبي وكينيا الجديدة وزيلاند الجديدة . وقد تكوّن بها نصف جزائر البحر المحيط ومنها في اواسط اسيا وغربيها واواسط اوربا وجنوبيها والجنوب الغربي منها وايسلاندا والهند الغربية . ولكثرة عددها (فانهُ ينيف على ٥٠٠ بركان) يُظَنّ بان كل ما

يستبطن الارض مصهورٌ وذهب جماعة الى ان بعضهُ مصهور وبعضهُ جامد فيزعمون أنَّ في باطن الارض بحورًا مصهورة والله اعلم

[الراي الارجح المقبول من جهة البراكين هو بقاء شمال حامية بين طبقات الصخور حرارتها عالية جدًّا ثم عندما ينفذ اليها ماء البحر يتحوَّل الى بخار ولا يخفى ما لبخار الماء من القوَّة والفعل وبه يُعلَّل عن هياج البراكين وسكونها]

(٧٩) الينابيع الحارَّة ودلالتها . من هذه الينابيع كثير بعيد عن البراكين الهائجة وفي ينابيع حرارة مائها عالية جدًّا فكثير منها في جرمانيا حرارته من ١٤٠° الى ١٥٠° وواحد حرارته ١٦٧° ومنها ينبوع في لبنان الجديدة من ولاية نيويورك حرارته ٢٥° اعلى من معدَّل حرارة ذلك المكان وآخر في فرجينيا حرارته ١٠٢° وآخر في كارولينا الشمالية حرارته ١٢٥° وآخر في اركانساس حرارته ١٤٨° وآخر قرب سان فرنسيسكو يغلي دائمًا ومثله آخر بالقرب من حدّ كارولينا الشرقي. والراجح ان هذه الينابيع تنفجر من اعماق عظيمة فهي دليل على ازدياد الحرارة بازدياد العمق

[ومنها عدَّة ينابيع في ايسلاند وفي نواحي مخارج نهر الحجر الاصفر في غربي الولايات المتحدة . غير ان تعليل المصنف عنها مردود كما تقدَّم]

(٨٠) حرارة الينابيع الاعتيادية . يُستعان بينابيع مكان وآباره على تقدير حرارته بالتقريب لان حرارة مائها تساوي حرارة الطبقات التي صعد منها ولذلك لا تتغيَّر حرارة الينابيع العميقة مدار السنة وهي في الغالب اعلى من معدَّل حرارة الهواء قليلاً اي اعلى منها نحو ٥° او ٦° وقد تكون اوطأ منها قليلاً . ولا يخفى ان حرارة الينابيع تختلف باختلاف حرارة ماء المطر الذي يجري اليها ففي الاماكن التي يسقط اكثر مطرها صيفًا يزيد معدَّل حرارة الينابيع على معدَّل حرارة الهواء والعكس بالعكس فينبغي ان يراعى ذلك عند تقدير حرارة مكانٍ بحرارة ينابيعهِ

(٨١) حرارة واطئة في بعض الآبار . ان معدَّل حرارة الماء في بعض الآبار اوطأ كثيرًا من معدَّل حرارة مكانها وسبب ذلك انهُ لما كان ماء الآبار الاعتيادية دائم التجدُّد بذهاب الماء منهُ في مجارٍ تحت الارض وورود ماء جديد اليهِ كذلك لم تختلف حرارة الآبار الَّا قليلاً عن حرارة العمق الذي هي عليهِ . فمن ذلك تُعرَف حرارة المكان باستعلام حرارة ماء الآبار مرارًا . غير ان ماء بعض الآبار يستقرُّ فيها بعد ورودهِ اليها فلا يخرج منهُ في الارض الَّا القليل ولكون الهواء البارد اثقل من الحار ينزل هواء الشتاء البارد الى تلك الآبار ويمكث فيها فيخفض حرارة مائها فيبرد الماء جدًّا وقد يجمد كما يحدث كثيرًا في نيويورك والولايات الشرقية . ومتى سمك الجليد يبقى طويلاً ولا يذوب لعدم امكانية وصول الهواء الحار اليهِ في الصيف بناءً على ثقل الهواء البارد

الذي عليهِ فيبقى الى ما وراء اواسط الصيف غير ذائبٍ . فتكون حرارة تلك الابآر اوطأ من حرارة مكانها عدّة درجات .

(٨٢) فمن امثلة ذلك بئرٌ في براندون من ولاية فرمونت عمقها ٣٤ قدمًا تتكوَّن فيها شتاءً طبقة من الجليد سمكها ستة قراريط الى ثمانية ولا تذوب تمامًا حتى ينتهي الصيف التالي ومنها بئرٌ كانت في اويكو من ولاية نيويورك عمقها ٧٧ قدمًا وكان الجليد يتكوَّن فيها شتاءً ويبقى الى اواخر تموز

(٨٣) المثالج الطبيعية . هي بقع منفردة بين الآكام يتكوَّن الجليد فيها شتاءً ويبقى الى آب وقد يبقى السنة كلها وذلك لاحتجاب تلك البقع عن حرارة الشمس . والينابيع التي تستمد ماءها منها لا ترتفع حرارتها الاَّ قليلاً عن ٣٢° في اواسط الصيف . ومن هذه الاماكن كثير في الولايات الشرقية وفي جبال اوربا وعلى الشط الغربي من بحيرة شمباين قرب قرية بورت هنري معدن حديد يتراكم الثلج فيه شتاءً ثم يتحوَّل الى جليد ويبقى كل الربيع غير ذائبٍ وفي مريدن من ولاية كنكتيكوت هضبة قليلة الارتفاع يبقى الجليد فيها الى آب وفي بوساسون من شرقي فرانسا على اقل من ٣٠٠٠ قدم فوق سطح البحر كهف قد بقي الجليد فيهِ اكثر من مئة سنة

(٨٤) حرارة البحر . تُقاس حرارتهُ على اعماقٍ متفاوتة بنوع من الترمومتر المقيِّد نفسهُ وكان الاعتماد في مساحة شطوط البلاد المتحدة على ترمومتر سكسن المدني وهو عبارة عن لفَّة طولها نحو ستة قراريط مصنوعة من سيرين متينين على ديمة ملازمة احدهما من فضة والآخر من پلاتين وبينهما صفيحة ذهب رقيقة والكل ملحوم بحيث تبقى الفضة الى داخل اللفة . فوصل احد طرفي اللفة بقاعدة اسطوانة وصلاً متينًا والآخر بقضيب من نحاس مار بمحور اللفة . فاذا ارتفعت الحرارة نقص انحناءُ كلٍّ من الحازونات الثلاث لتمدُّد الفضة اكثر من البلاتين ومتى هبطت زاد الانحناءُ فعلى ذلك تلتفُّ اللفة وتنتشر باختلاف الحرارة فيتحرَّك قضيب النحاس فتتقيَّد حركتهُ على ميناء آلة بسبابة تدفع عقربًا فتتقيَّد فيبقى على الدرجة التي دُفع اليها وعلى هذه الكيفية تتقيَّد الحرارة العليا والدنيا التي عرضت الآلة عليها

(٨٥) حرارة سطح البحر . تسخين سطح البحر ابطأ من تسخين سطح اليابسة لهذه الاسباب وهي . اولاً نفوذ اشعة الشمس في الماء الى عمقٍ ليس بقليل وقلة فعلها لذلك في سطحهِ . ثانيًا قابلية الماء للحرارة فانها اعظم جدًّا من قابلية اليابسة لها . ثالثًا اختلاط ماء سطح البحر بالطبقات التي تحتهُ لتوجُّههِ الدائم فهو دائم التجدُّد . وللاسباب المذكورة وانحدار المدة من الباردة الى الاسافل وصعود السخنة الى السطح يبطئ تبريد سطح الماء . ولذلك تكون الاختلافات اليومية في حرارة البحر زهيدة فانها تبلغ درجتين او ثلاثًا في المنطقة الحارة وادنى او ثلاثًا في المنطقتين المعتدلتين فيحدث اقل الحرارة نحو

شروق الشمس واعظمها نحو منتصف النهار

ثم ان معدَّل حرارة البحر ٤٪ ٨٠° ف قرب اواسط الاوقيانوس الاتلانتيكي عند خط الاستواء وكلما بعدت عن خط الاستواء يهبط كما يهبط على اليابسة وانما السرعة فيه اقل بالنسبة الى العرض فمعدَّل حرارة وسط الاوقيانوس الاتلانتيكي اعظم ٤° من معدَّل حرارة غربي افريقيا واوربا . وفسحة ارتفاع الحرارة وهبوطها هناك في السنة ١٠° قرب خط الاستواء و ١٥° قرب عرض ٢٠° و ٣٠° قرب عرض ٤٠° و٢٤° قرب عرض ٥٠° بخلاف ما هي في اليابسة على تلك الاعراض فانها تبلغ مضاعف ذلك في اعدل الاقاليم على الاعراض المذكورة

(٨٦) حرارة البحر على اعماق متفاوتة . تنقص حرارة البحر بين خطي السرطان والجدي بازدياد العمق ونقصانها سريع اولاً ثم يتباطأ الى ما ينيف على ١٠٠٠ باع عمقًا حيث يبلغ الثرمومتر ٣٦° .وتنقص كذلك بعد جواز عرض ٣٥° ولكن على نسبةٍ ابطأ . وقد تزيد بزيادة العمق بعد جواز عرض ٦٥° شتاء . لما كانت حرارة سطح الماء ٢٨° كانت حرارة الماء ٣٦° على عمق ٧٠٠ باع واعلم ان حرارة المياه العميقة جدًّا هي على الاطلاق بين ٣٦° و ٣٩° في كل مكان بشرط ان يكون عمقها نحو ٧٢٠٠ قدمٍ عند خط الاستواء ونحو ٤٥٠٠ قدم عند اعلى الاعراض التي تطرّق البشر اليها

[ان الاتصال بين مياه البحر المتوسط ومياه الاوقيانوس الاتلانتيكي غير تام بسبب قلة عمق بوغاز جبل طارق ولذلك تسخن مياه البحر المذكور اكثر من ماء الاوقيانوس او بالاحرى لا سبيل تام للماء البارد من الجهات الشمالية لكي يمتزج بماء البحر المتوسط فلا تبرد مياهه الى درجة ماء الاوقيانوس فقد وُجدَت حرارته ٥٥° ف على عمق ١٥٠٨ باعات

معدَّل حرارة النصف الغربي من البحر المتوسط نحو ٦٥° ومعدَّل حرارة نصفهِ الشرقي بين ٦٨° و ٧١° ف اما ماء البحر الاسود فمعدَّل حرارته ٨٪ ٥٦° . اما البحر الاحمر الى شمالي ٢٠° عرضًا شماليًا فمعدَّل حرارة مائهِ ٤٪ ٧٧ والى جنوبي الدرجة المذكورة ٥٪ ٨١ فالفرق العظيم بين معدَّل حرارة هذين البحرين لا بدَّ لهُ من تاثير قوي في اقليم سوريا واسيا الصغرى

اعلى حرارة ماء البحر المعروف هو ما رُصِد بقرب عدن اي ٩٤ و ٩١° بقرب صيام و٨٩ و٨٨ في عدَّة اماكن من الاوقيانوس الهندي بقرب خط الاستواء]

(٨٧) تيارات البحر. منها تيار على سطح الاتلانتيكي قرب خط الاستواء يجري غربًا حتى يلاقي حدود اميركا الجنوبية البارزة فينفلق شطرين عندها ويرتد الواحد منها شمالاً والآخر جنوبًا فيتكوَّن من الاوَّل ما سُمّي تيار الخليج انتسابًا الى خليج مكسيكو ويجري شمالاً على موازاة حدود الولايات المتحدة الى عرض ٤٥° حيث ينقسم قسمين ايضًا ويجري احدهما شمالاً مائلاً الى الشرق بين ايسلاندا

وبريطانيا واما الآخر فينحدر جنوبًا على شطوط اوربا وافريقيا الغربية حتى يصبّ الى المياه الاستوائية ويتكوّن من الثاني تيّار برازيل فيحاذي شطوط اميركا الجنوبية ويدور في الاتلانتيكي الجنوبي دورة شبيهة بدورة تيّار الخليج في الاتلانتيكي الشمالي

ومنها تيّار في الاوقيانوس المحيط يمتد غربًا على عرض المنطقة الاستوائية حتى يداني حدود اسيا حيث ينقسم مثل التيّار الاتلانتيكي فيذهب قسم منهُ يُسمّى التيّار الياباني الى المحيط الشمالي ويدور فيهِ مثل تيّار الخليج في الاتلانتيكي الشمالي واما القسم الثاني وهو الاعظم فيجري الى الجنوب الى شمالي اوستراليا وغربيها

اما التيّارات التي في قرار الاوقيانوسات فتجري عكس السطحية وتحمل المياه الباردة من البحرين المتجمّدين الى النواحي الاستوائية ويتحقّق وجود هذه التيارات السفلى بتدلي ثقل الى العمق بواسطة حبل طويل فانهُ يُحمَل الى عكس ما بجملة تيار السطح وهذه التيارات هي علّة تغلُّب الحرارة الواطئة في قرار البحور بين خط السرطان وخط الجدي كما مرّ

(٨٨) حرارة الرقارق . ماء الرقارق ابرد في الغالب من ماء اللجّ القريبة اليهِ وكثيرًا ما تختلف الحرارة بينهما ١٠° فاكثر. وذلك واضح في رقارق نيوفوندلاند اذا قوبل ماؤُها بماء تيار الخليج الجاري بقرب حدودها الشرقية فان الفرق بينهما قد يبلغ ٣٢° في مسافة ٣٠٠ ميل ففي مثل هذه الاماكن يستدل على قرب البر بالثرمومتر في الليالي الظلماء

وقد علّلوا عن انخفاض حرارة الرقارق بتيار سفليّ يجري من النواحي القطبية الى خط الاستواء ولا يُشعَر بهِ في اللجج الأعلى عمق عظيم ولكنهُ متى وصل الى الرقارق يصعد بعضهُ اضطرارًا الى الاعلى فيؤَثّر في حرارة سطح الماء

[ان فعل هذه التيارات في حرارة الهواء اشد في شهر كانون الثاني وشهر تموز اي شهر اعظم الحرارة وشهر اقلها اما فعل ماء تيار الخليج الفاتر فاشد في كانون الثاني وبهِ يُنقَل خط الحرارة المتساوية شمالًا نحو ١٦٠٠ ميل عمّا كان لولاهُ وبالعكس برد التيار الشمالي اشد في تموز وبهِ ينقل خط الحرارة المتساوية الى ١٣٠٠ ميل الى جنوبي ما كان عليهِ لولاهُ]

(٨٩) الجليد القطبي . قد يجمد ماء البحر شتاء بين عرض ٤٠° و ٥٠° وذلك محصور في الشواطئ ولا يجمد بعيدًا عن اليابسة الا في النواحي القطبية. فانهُ لما كان ماء البحر يجمد على $\frac{1}{2}$ ٢٧° ف وكان معدّل حرارة الجهات القطبية شتاء تحت الصفر كثيرًا فيجمد الماء حتى في البحر الواسع هناك بسرعة عظيمة الى ان يبلغ سمك ٢٥ قدمًا احيانًا . وفي الربيع يذوب بعضهُ فيرق فيقصفهُ المد والتيارات وتسوقهُ الرياح الشمالية الى اواسط البحر فيقال لهُ اذ ذاك حقل جليد لقلة سمكهِ بالنسبة

الى مساحة سطحهِ وقد يبلغ طول الحقل ٥٠٠ ميل وعرضهُ ٥٠ ميلاً وسمكهُ ٢٠ او ٢٥ قدمًا . ونشاهد هذه الحقول في ايار وحزيران منبسطة على وجه الماء مسافاتٍ شاسعة بعيدةً عن حدود نيوفوندلاند وقريبة من مسالك السفن في سيرها من نيويورك الى ليربول

وقد ترافقها كُوَم ثلج يقال لها جبال جليد وقد تبلغ ٢٠٠ قدم ارتفاعًا عن سطح الماء وينزل فيهِ الى عمق ١٠٠٠ قدم وتتألف هذه الجبال من الشواطئ التي تتجمع عليها الجليد كُوَمًا عالية متسعة واكبرها قطع تنفذ من انهر الجليد كالانهر التي تكثر في شواطئ كرينلاند وسبتسبرگن اما من جرى ثقلها او من فعل الامواج فيها فتطردها الرياح والمجاري الى اعراض اسفل من اعراضها الاصلية وتتضح هيئتها من شكل ١٩ وهو شكل جبل منها شوهد منذ بضع سنين قرب راس الرجاء الصالح

شكل ١٩

(٩٠) حرارة البحيرات والانهار. تختلف حرارة البحيرات اكثر من حرارة البحار كثيرًا فقد يجمد سطحها كله في الشتاء وترتفع حرارتها الى ٧٧° في الصيف . وللبحيرات العميقة حرارة ثابتة على عمق معلوم منها وهي درجة ٣٩ ف اي درجة [illegible] اعظم كثافته واكثر سطح الماء اذا كان سخنًا وبرد ينزل الى الاسفل فلا يجمد سطح البحيرة ما لم تصر درجة حرارتها كلها ٣٩° هذا اذا لم يفاجئها برد شديد

اما الانهار فلا [illegible] حرارتها لتحركها الماء ولولا نقصان مائها جدًّا في الصيف وفعل الشمس في القليل الباقي منه لما اختلفت حرارة سطحها [illegible] الا قليلاً . وماؤها لا يجمد في الشتاء ما لم تصر حرارته كله ٣٢° وربما [illegible] من ذلك [illegible]

(٩١) الجليد الراسي. [illegible] ماء الانهر [illegible] ولا يجمد على السطح فيسمى الجليد الراسي ويتكوّن [illegible] حرارة الماء كله الى تحت ٣٢° [illegible] في القاع لسكونه هناك [illegible] ركود الماء [illegible] على [illegible]

الجليد حولهُ شيئًا فشيئًا ومتى سلك يميل الى الطفو اكثر مما الى الالتصاق بالاجسام التي في القاع فيصعد او يصعد بعد انحلالهِ عمّا التصق بهِ بارتفاع الحرارة قليلاً وذوبان بعضهِ. ولا يتكوَّن في الماء الراكد على الاطلاق لان الجمود يبتدئ فيهِ على سطح الماء من نماء حرارة القاع فوق ٣٢°

[ثقل ماء البحر النوعي. كثافة ماء البحر متوقفة على كمية الملح المذوَّب في مقدار مفروض منهُ وذلك يختلف في اماكن مختلفة منهُ ففي الاوقيانوس الاتلانتيكي الجنوبي اثقل قليلاً من ماء الشمالي فثقل الاوَّل النوعي ١٫٠٢٦٧٦ وثقل الثاني النوعي ١٫٠٢٦٦٤ والفرق اعظم بين ماء البحر المحيط الجنوبي والشمالي فثقل الجنوبي النوعي ١٫٠٢٦٥٨ وثقل الشمالي النوعي ١٫٠٢٥٤٨ فالاوقيانوس الاتلانتيكي الشمالي اثقل من المحيط الشمالي والاثقل الذي الى جنوبي خط الاستواء اثقلها الاتلانتيكي ثم المحيط ثم الهندي اي ١٫٠٢٦٧٦ و١٫٠٢٦٥٨ و١٫٠٢٦٣٠

اما الابحر المحاطة بالبر فقد تزيد كثافتها عن معدَّل كثافة الاوقيانوس وقد تنقص عنها حسب كثرة التبخير او قلتهِ او كثرة المياه العذبة المنصبَّة اليها من الانهر او قلتهِ فالبحر المتوسط اكثف من معدَّل الاوقيانوس وكثافتهُ تزيد من الغرب نحو الشرق فكثافة القسم الغربي منهُ ١٫٠٢٨٦ وكثافة القسم الشرقي ١٫٠٢٩١ اما كثافة البحر الاحمر فتزيد من الجنوب الى الشمال فكثافة القسم الجنوبي منهُ ١٫٠٢٧٣ وكثافة القسم الشمالي ١٫٠٢٩٧ . اما الابحر التي ينصبُّ اليها كثيرٌ من الماء العذب فكثافتها تقلُّ عمّا ذُكِر وكثافة كل الابحر تقل بالامطار الغزيرة حتى في اواسط الاوقيانوس]

الباب الثالث

في رطوبة الهواء

الفصل الاوَّل

في البخار الخ

(٩٢) كيفية تحويل الماء الى بخار. اذا عُرِض اناء فيهِ ماء على اشعة الشمس صيفًا نقص الماء بسرعة وتلاشى بالظاهر بعد ايام قليلة والصحيح انهُ يبقى متفرّقًا في الهواء على هيئة البخار ولا يظهر الَّا اذا لحقهُ برد فيتكاثف ويرتدُّ الى السيولة كما كان وعلى ذلك اذا صببتَ ماء صيفًا في وعاء معدني ناشفٍ ترى سطحهُ الظاهر قد ابتلّ بعد قليل ليس من الماء داخلهُ بل من بخار الهواء الذي يتكاثف عند ملامستهِ سطحًا ابرد منهُ

وهكذا تتكاثف الرطوبة في كل فصل من السنة ويشاهد ذلك بالاكثر صيفًا لارتفاع درجة حرارة الهواء حينئذٍ على درجة الماء الجاري استعمالهُ على ان بخار الهواء يتحوّل ماء في اي فصلٍ كان باضافة ثلج الى الماء ان لم تكن درجة حرارتهِ منخفضة بالكفاءة دون ذلك

(٩٣) كيفية حمل الهواء البخار. الهواء يحوي بخارًا دائمًا ويقوم البخار فيهِ بتخلّلهِ دقائق عناصرهِ والاستقرار بينها على الحالة المستقرّة هي عليها بخلاف قيام الماء في الاسفنجة او حمل الهباء في الهواء. فاذا فرغنا الهواء تمامًا من وعاء مسدود وادخلنا فيهِ مقدارًا من الماء تحوّل بعض الماء بخارًا في الحال وملأ الوعاء . وللبخار نفس خصائص الاكسجين والنيتروجين من حيث التمدُّد وما اشبه ويمتاز عنهما بسهولة تحويلهِ الى السيولة

اذا وضعنا ماء في وعاء فيهِ هواء جافٌ يتحوّل الماء فيهِ بخارًا وينتشر كما ينتشر لو كان الوعاء

مفرغًا الآن انتشارهُ يكون رويدًا والوعاء ملآن غازًا وسريعًا وهو مفرّغ

(٩٤) قياس التبخير. يقاس التبخير من سطح الارض بوضع وعاء فيهِ ماء في العراء وتعيين ما ينقص من الماء يوميًّا . والوعاء المستعمل لذلك هو اسطوانة قطرها ما بين ٦ قراريط و١٢ قيراطًا تملأ ماء قد وُزِن او كيل ثم توضع خارجًا بحيث يعبث فيها الهواء وبعد ١٢ او ٢٤ ساعة يقاس ماؤُها فيستدل من نقصانهِ على مقدار ما تحوّل منهُ بخارًا واذا سقط مطر بين قياس وآخر يُطرَح منهُ ما يعدل كمية الماء المُكال في مقياس المطر. ترى صورتهُ شكل ٣٠ اما الشريط المشبوك حولهُ فلمنع الحيوان والطير من شرب الماء منهُ

شكل ٣٠

(٩٥) اختلاف مقدار التبخير. يتوقَّف جانب كبير من التبخير على وضع الاناء فان وُضِع منكشفًا للشمس والريح تمامًا زاد بخرهُ على ما يبخر من سطح الارض واذا احتجب عنهما نقص عنهُ. ولا بدَّ من مساواة ما يبخرهُ سطح الارض في سنة لما يتحوَّل الى مطر وثلج وندى الخ في تلك السنة والى الآن لم يُعرَف بالتدقيق مقدار بخر البر والبحر كلٌّ على حدتهِ

واعلم ان التبخير يسرع اذا هبَّت الريح لانها تحمل البخار الذي يصعد من الماء الى الهواء فياتي عوضًا عنهُ هواء جافٌّ كل لحظةٍ

(٩٦) حدوث التبخير عند كل درجة من الحرارة. يجري التبخير عند كل درجة من درجات الحرارة حتى اوطإها ويظهر ذلك اذا وُزِنَت قطعة جليد في الشتاء ووُضِعَت خارجًا في الجهة الشمالية من مسكن وكان النهار صافيًا فانها تخسر من وزنها وعلى هذه الكيفية يزول جانب من الثلج في الشتاء بدون ان يسيل .
فالتبخير اذًا لا يبطل ولو هبط الزئبق الى تحت صفر ف . ولكنهُ يقلُّ وقتئذٍ

٣

الفصل الثاني

في الهيغرومتر

(٩٧) يُطلَق الهيغرومتر على كل آلة تقيس رطوبة الهواء والهيغروسكوب على كل آلةٍ تدلُّ على تغيُّرات رطوبتهِ. ثم ان كل المواد الآلية تتأثَّر من الرطوبة فتزيد بها حجمًا في الغالب فذو المسام المتسعة من الخشب مثلاً ينفش بدخول رطوبة اليهِ ويتقلَّص بجفافها منهُ فيمكن لذلك ان تُستخدَم قطعة منهُ هيغروسكوبًا الاَّ انهُ لايُعتمَد عليها في الامور المهمة لعدم كفاءة تأثرها بالرطوبة فيُعتاض عنها بما يتأثر بالرطوبة اكثر منها كصفيحة رقيقة من عظم الحوت اوشعرة فان الشعرة تختلف نحو $\frac{1}{50}$ من طولها باختلاف رطوبة الهواء ولو كان قليلاً

شكل ٢١

(٩٨) هيغرومتر سوسور. هو مؤلَّفٌ من برواز معدني تُرتَبط بهِ عند راسهِ شعرةٌ F E (شكل ٢١) من طرفها الواحد ويُلَف طرفها الآخر على بكرة صغيرة ويُعلَّق بمحور البكرة السبابة C التي يسير طرفها على قوسٍ مقسَّم درجات فمتى زادت الرطوبة في الهواء تطول الشعرة فيهبط الدليل ومتى نقصت تقصر فيصعد الدليل على درجات القوس

ويُقسَّم القوس بتعيين درجتين ثابتتين احداهما درجة شبع الهواء رطوبة والاخرى درجة جفافهِ التام وتُعيَّن الاولى بوضع الآلة المذكورة تحت وعاء مسدودٍ فيهِ ماء ورصد السبابة والثانية بوضع الآلة في وعاء جاف فيهِ كلس . ثم يُقسَّم ما بين هاتين الدرجتين ١٠٠ قسمٍ متساوٍ وتُسمَّى درجات الهيغرومتر. اما هيغرومتر بابنت فيُقاس بهِ اختلاف طول الشعرة يوميًّا بمكروسكوب معلق ببروازهِ

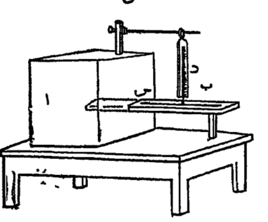
واعلم ان الهيغرومتر الشعري كثير الخلل فانهُ يشترط في الهيغرومتر الصحيح ان تتفق آلتان منهُ كل منهما قد صُنِعت مستقلةً عن الاخرى في محل غير محلها فاذا صُنِع آلتان من شعر مختلف او من شعر مستحضر في الواحدة خلاف ما في الاخرى اختلفتا خمس درجات علاوةً على ان الواحدة منهما تتغيَّر على التدريج لازدياد طول شعرتها بالثقل المعلَّق بها دائمًا . فلعدم وفاء هذه الآلة

بالمرغوب أُهملَت في الرصود المحقّقة

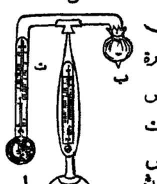
(٩٩) تعيين درجة الندى . تقاس كمية رطوبة الهواء قياسًا مدققًا جدًا باستعلام الحرارة التي عندها تاخذ الرطوبة في التكاثف على وعاء بارد. وتُسمّى الرطوبة المتكاثفة هكذا الندى والدرجة التي تتكاثف عندها درجةَ الندى فتتعيّن درجة الندى اذًا بتبريد وعاء معدني حتى يظهر الندى عليهِ ثم باستعلام درجة حرارة الوعاء بالترمومتر غير ان ذلك يقتضي وقتًا طويلاً فاستنبط العلماء آلات شتى لتسهيلهِ منها

(١٠٠) هيغرومتر باش . وهو اصلح من غيرهِ لتعيين درجة الندى مرات كثيرة بينها مدّات قصيرة وتركيبهُ من علبة معدنية ا (شكل ٣٢) ملآنة مزيجًا من ملح وثلج فلذلك تكون حرارتها تحت الصفر. وقضيب معدني مصقول ب يخرج من جانب العلبة وعلى سطح القضيب الاعلى ميزاب فيهِ زئبق يُغطّس فيهِ بلبوس الترمومتر د ويُعلّق الترمومتر عدي بحيث يمكن تحريكهُ في كل الميزاب . ثم لكون حرارة احد طرفي القضيب واطئة جدًا وحرارة الطرف الآخر تحت حرارة الهواء قليلاً فقط تبلّ الرطوبة من القضيب القسمَ الذي كانت حرارتهُ تحت درجة الندى ويبقى القسم الآخر جافًا فيحدُّ القسمان بخط فاصل بينهما . ثم يُغمس الترمومتر تجاه ذلك الخط فتتعيّن درجة الندى حالاً واما اذا أُريد ان تستعلم درجة الندى بضع مرات فقط فلتكلف الوقت والتعب في اعداد هذه الآلة للعمل يُعدَل عنها الى هيغرومتر دانيال

شكل ٣٢



شكل ٣٣



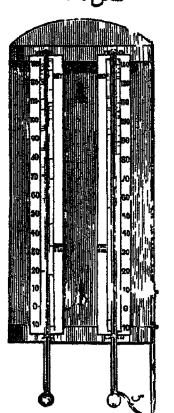
(١٠١) هيغرومتر دانيال . هو مركَّب من بلبوسين زجاجيين ا و ب (شكل ٣٣) قطر كلٍّ منهما $\frac{3}{4}$ القيراط يوصل بينهما بانبوبة صغيرة ملوية في موضعين على زوايا قائمة والكل مسدود سدًّا هرمسيًّا . اما البلبوس السفلي ا فمن زجاج معتم اللون يملأ الى نصفهِ ايثيرًا وفيهِ ترمومتر صغير ت واما العلوي ب فيلبس قطعة قماش موصلي فاذا صُبَّ ايثير على البلبوس ب تحوّل بسرعة الى بخار فنهبط الحرارة ويتكاثف بخار الايثير الذي يملأ البلبوس ب . ثم اذ يُرفَع ضغط البخار عن الايثير في ا يتحوّل بسرعة الى بخار ايضًا فنهبط حرارتهُ كما يظهر من هبوط الزئبق في الترمومتر ت واذا هبط الزئبق هبوطًا كافيًا تكاثف بخار الهواء على

خارج البلبوس فيدلُّ الترمومتر حينئذٍ على درجة الندى فتتعيَّن

وهذه الآلة في غاية المناسبة للاستعمال غير انهُ اذا جف الهواء جدًّا لزم لها ايثير من احسن الانواع ومهارة في معاملتها ليحصل على الندى

(١٠٢) الترمومتر المبلول البلبوس . استعمالهُ شائع اكثر من غيرهِ لسهولتهِ وهو مركَّب من ترمومتراعتيادي بلبوسهُ ب (شكل ٣٤) ملبَّس قطعة قماش ويبقى مبلولًا بفتيلةٍ من قطن ممتدَّة منهُ الى وعاء فيهِ ماء فتحمل الماء اليهِ ثم اذ يتحوَّل الماء الى بخار يهبط الحرارة فتهبط درجة الترمومتر عن درجة ترمومتر آخر جاف معروض للهواء ايضًا وهبوط الترمومتر انما يقيس بالتدقيق قابلية الهواء للبخار وهذه القابلية تتوقف على مقدار الرطوبة في الهواء فلذلك يكون هبوط الزئبق في الترمومتر المبلول البلبوس قياس رطوبة الهواء

شكل ٣٤



(١٠٣) استخراج درجة الندى من البلبوس المبلول . يُسمَّى الفرق بين حرارة الهواء وحرارة درجة الندى كمال درجة الندى وهو صفر متى أُشبع الهواء رطوبةً ومن مقابلة رصود كثيرة مأْخوذة عن هيغرومتر دانيال باخرى مأْخوذة معها عن ترمومترين احدهما بلبوسهُ جاف والآخر مبلول قد عُرِفَت طريقة استخراج درجة الندى من درجات الزئبق في البلبوس المبلول . ونسبة كمال درجة الندى الى هبوط الزئبق في البلبوس المبلول منغيِّرة اي اذا كانت حرارة الهواء ٥٢° فالفرق بين ارتفاع الزئبق في البلبوس الجاف وفي المبلول نصف كمال درجة الندى واذا كانت ٣٦° فسدسهُ واذا كانت اقل فاقل وقد وضعنا في اواخر الكتاب جدولًا يتضمن الكميات التي تُستخرَج بها درجة الندى من درجات المبلول البلبوس لأيَّة درجة كانت من حرارة الهواء في الفلاء

(١٠٤) تعيين ثقل البخار . تدلُّ درجة الندى على قوَّة مرونة البخار الذي في الهواء اي على ضغطهِ وقد وضع دلتون جدولًا لذلك يُدَل بهِ على قوَّة مرونة البخار لكل درجة من الحرارة وقد بلغ هذا الجدول الآن غاية الكمال وهو

اذا كانت درجة الندى	٣٢°	فضغط البخار الذي في الهواء يوازن عمودًا من الزئبق ارتفاعهُ	٠٫١٨١ قيراط
	٤٠°		٠٫٢٤٨ „
	٥٠°		٠٫٣٦١ „
	٦٠°		٠٫٥١٨ „
	٧٠°		٠٫٧٣٣ „
	٨٠°		١٫٠٢٣ „

وقد وضعنا لذلك جدولاً مستوفيًا في آخر الكتاب فمنهُ وممَّا يستدل من الميغرومتر الايثيري كما تقدَّم يستخرج ضغط البخار الذي في الهواء فيتعيَّن ثقلهُ

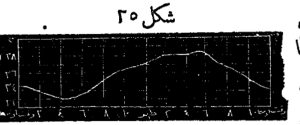
(١٠٥) الدلالة على رطوبة الهواء. ان طبيعة الاقليم سواء كانت رطبة ام جافَّة لا تتوقف على مقدار البخار في هوائهِ بل على نسبة ذلك المقدار الى المقدار الذي يكون في الهواء لو أُشبع بخارًا. فاذا فُرِضَت حرارة الهواء ٦٠° ودرجة الندى ٥٠° فضغط الهواء حسب جدول (عـ ١٠٤) ٠٫٣٦ من القيراط ولكن لو أُشبع الهواء بخارًا اي لو كانت درجة الندى ٦٠° لكان الضغط ٠٫٥٢ من القيراط فالهواء يحوي اذًا ٧٠ في المئة مما كان يحواهُ من البخار لو أُشبع منهُ فرطوبتهُ هي ٧٠ (انظر الجدول في آخر الكتاب)

وبناء على ذلك قد وُجِدان معدَّل رطوبة الهواء في فيلادلفيا ٧٣ اعني ان الهواء هناك يحوي على وجه التعديل نحو ثلاثة ارباع البخار اللازم لاشباعهِ. وهو في جزيرة ما رهيلانة ٨٨ وفي مدريد ٦٢ واعلم ان الرطوبة في ما وقع بقرب مياهٍ متسعةٍ هي اكثر ممَّا في اواسط القارات على الغالب

(١٠٦) طرفا الرطوبة. تجري الرطوبة على درجات مختلفة من درجة الكمال الى درجة الجفاف التام بحسب اختلاف الزمان والمكان غير انهُ اذا اعتدل الطقس فكمال درجة الندى من ١٠° الى ١٥° غالبًا وقد يكون ٣٥° او ٣٠° في فيلادلفيا وقد بلغ ٤٥° فيها و ٦١° في الهند وقيل انهُ بلغ ٧٨° في كاليفورنيا فكان في الهواء حينئذٍ ٦ في المئة من البخار اللازم لاشباعهِ -

(١٠٧) الاختلاف اليومي في مقدار البخار. كمية بخار الهواء تتغيَّر تغيُّرات عظيمة بعضها يومي وبعضها مدَّات اطول اما في فيلادلفيا فهي على اقلها قبل شروق الشمس بساعة ثم تزداد تدريجًا الى قرب الغروب ثم تتناقص كذلك الى الصباح ومعدَّل الاختلاف اليومي ثُمن معدَّل

شكل ٣٥



بخار الهواء اليومي كما ترى شكل ٣٥ حيث تشير الاعداد اي عن يسارهِ الى ضغط البخار في قراريط من

الزئبق للساعات التي تراها اسفل الشكل

وسبب ذلك ان حرارة النهار تزيد عند شروق الشمس فتبخر الابحر والاراضي الرطبة ماء اكثر فيزيد البخار في الهواء وفي الليل يتكاثف فيتحوّل الى ندى وصقيع اي ان البخار يكون على اقلهِ في الهواء قبل الشروق قليلًا وعلى اعظمهِ قبل الغروب قليلاً

(١٠٨) الاختلاف السنوي في مقدار البخار. للبخار في الهواء اختلاف سنوي ايضا فانهُ يكون على اقلهِ في فيلادلفيا في كانون الثاني وعلى اعظمهِ في تموز اي انهُ في تموز اربعة امثال ما يكون في كانون الثاني وذلك ناتج عن حرارة الشمس فانها تزيد البخر صيفًا كما لا يخفى

(١٠٩) تأثير الارتفاع . تنقص رطوبة الهواء غالبًا بزيادة الارتفاع عن سطح الارض وقد ظهر من الصعود في المركبات الهوائية مرّات عديدة بجوار لندن انهُ متى كان الجوّ صافيًا تزيد الرطوبة زيادة جزئية الى علو ٣٠٠٠ قدم ثم تتناقص على التدريج الى علو ٣٢ الف قدم حيث درجتها ١٦ وانهُ متى كان مغيمًا فالزيادة الى علو ٣٠٠٠ قدم جزئية ثم تنقص في الغالب الى علو ٣٢ الف قدم بلا ضابط . ولم يخلُ الهواء من الرطوبة تمامًا في كل الاماكن التي فيها تمكن الانسان من رصدها

(١١٠) ايضاح اختلافات البارومتر اليومية . قد تقدَّم (عـ ٣٢) ان ارتفاع البارومتر يختلف اختلافًا يوميًا فذلك ناتج عن اختلاف مقدار البخار وثقل غازات البخار معًا ولا يتضح لنا ذلك ما لم نجرِّد كلاًّ من العلتين عن الاخرى . فقد تقدَّم ان مقدار البخار في الهواء يختلف اختلافًا يوميًّا بسبب حرارة الشمس فاذا طرحنا ضغط البخار من ارتفاع الزئبق في البارومتر فالباقي يدل على ضغط غازات الهواء فقط وبذلك نكون قد جرَّدناهما الواحدة عن الاخرى

(١١١) الاختلاف اليومي في ضغط غازات الهواء . ان اعظم ضغطها في فيلادلفيا نحو ساعة قبل شروق الشمس ثم ينقص على التدريج الى الساعة الرابعة بعد الظهر ثم يزيد كذلك الى الصباح وترى ذلك في الخط المتموّج شكل ٣٦ . وسبب هذا الاختلاف حرارة الشمس

شكل ٣٦

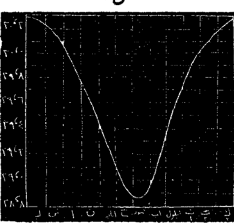
لانها تزيد نهارًا فيسخن الهواء ويتسع متمددًا فيعلو اكثر مما يعلو ليلاً ثم ينعطف المرتفع الزائد منهُ الى الجهات التي هي اوطأ منهُ فيقل ضغطهُ فيهبط البارومتر . وتنقص ليلاً فيتقلَّص الهواء فينقص ارتفاعهُ عما في النهار فينعطف اليهِ هواء ارفع منهُ من اماكن حرارتها اعظم فيزيد ضغطهُ

(١١٢) سبب دلالة البارومتر على اعظمين في اليوم . لضغط البخار وضغط غازات الهواء

اعظم واحد واقل واحد في اليوم لا غير وانما لكون نواميس حركات البخار مغايرة لنواميس حركات غازات الهواء ولكون اعظمها يجد ثانٍ في ساعات متقابلة من اليوم تقريبًا فحاصلها وهو الضغط المدلول عليهِ بالبارومتر يدل على اعظمين واقلين في اليوم في ساعات تغاير ساعات اعظم الحرارة واقلها

(١١٣) الاختلاف السنوي في ضغط غازات الهواء. اعظم ضغطها في فيلادلفيا في كانون الثاني ثم ينقص نقصانًا متواصلاً الى تموز ثم يزيد كذلك الى كانون الثاني وذلك مطرد في كل نواحي الارض وانما فرق الضغط بين الصيف والشتاء يختلف اختلافًا عظيمًا بحسب اختلاف الاصقاع فبين فيلادلفيا وبوستن مثلاً يبلغ نحو نصف قيراط وفي اواسط اسيا قيراطًا واحدًا او اقل قليلاً وعلى خط الاستواء يكاد لا يُشعَر بهِ. ترى شكل ٢٧ الخط المنحني دالاًّ على ضغط غازات الهواء في باكين من الصين. ولهذا الاختلاف سببان حرارة الشمس والامطار الغزيرة التي تهطل على سلاسل جبال اواسط اسيا اما الشمس فلانها بتقدُّمها من نصف الكرة الجنوبي الى نصفها الشمالي تسخّن هذا الاخير فيتمدد هواؤُهُ ويعظم حجمًا ويبرد النصف الجنوبي فيتقلّص هواؤُهُ ويصغر حجمًا فينعطف الكثير المرتفع نحو القليل المنخفض فيتأتّى عن ذلك هبوط البارومتر في الاماكن التي فصلها صيفٌ وارتفاعهُ في التي فصلها شتاء. غير ان الهبوط والارتفاع لا يقتصران على الصيف والشتاء فقط بل يتوقفان قليلاً ايضًا على ارتفاع الثرمومتر وهبوطهِ اي على زيادة الحرارة ونقصانها كما يحدث في صحراء الصين العظيمة لانهُ فيها يسخن الهواء بزيادة فيتمدد فيعلو فيجري الى النواحي الباردة في نصف الكرة الجنوبي محافظةً على الموازنة فيهبط البارومتر فيها

شكل ٢٧



اما انخفاض البارومتر في الصيف في اكثر اسيا فمنسوب الى كثرة الامطار الهاطلة على سلاسل الجبال في اواسط تلك القارة وذلك بموجب مبدإٍ عمومي سياتي شرحهُ في الباب السابع ان شاء الله. واعلم ان زيادة البخار في ما وقع من اوربا واميركا في المنطقتين المعتدلتين يساوي تقريبًا ما تخسرهُ غازات الهواء من الثقل فيبقى ارتفاع البارومتر فيها متساويًا تقريبًا في كل شهر من السنة

الباب الرابع

في حركات الجلد

(١١٤) الريح الهواء اذا هبَّ ويضرَب بها المثل في التقلُّب زعمًا انها لا تجري على ناموس لكثرة تغيُّرها واختلاف مهبها وعدم قيد مواقيتها غير ان ذلك مردود لما ستراهُ من نواميسها فانها كالبارومتر والثرمومتر في الخضوع للنواميس

ويُدَل على جهتها بنقطة الافق التي تهبُّ منها وتُسمَّى جهاتها في اصطلاح هذا الفن بالشمال والشمال الشرقي الخ كما تُسمَّى في اصطلاح سلك البحر واذا أُريد التدقيق التام فيها استعملت لها درجات السموت كما في علم الهيئة فاذا دُلَّ على جهة مهب ريح بهذه العبارة ش ١٢° شرق كان المراد انها تهبُّ من نقطة ١٢° شرقيَّ الشمال . وقد يُدَلُّ عليها بدرجات الافق معدودة طردًا من صفر الى ٣٦٠° . ويقتضي لمعرفة النواميس المتسلطة على حركات الجلد ان تعرف جهة الريح وسرعتها

(١١٥) معرفة جهة الريح. كل آلةٍ تدل على جهة الريح قرب سطح الارض تُسمَّى انيموسكوب وابسط انواعها المِرْوَحة الاعتيادية وهي اصطلاحًا صفيحة رقيقة مستوية توضع عمودية على محور منتصب بحيث تدور عليهِ بسهولة تامة ويسمى الطرف منها المدار الى الريح الراس والباقي الذنب. ولو اصطُنِعت المروحة من صفيحة قائمة الزوايا متساوية السمك وتوازنت على مركز ثقلها لابطل فعلُ الريح على الراس فعلَها على الذنب فتقف المروحة عن ان تدور مع الريح لان دورانها معها انما يتوقف على الفرق بين فعل الريح في الراس وفعلها في الذنب وذلك يستلزم كون سطح الذنب واسع المساحة وسطح الراس قليلها وان يتوازن الطرفان حتى يبقى المحور منتصبًا مستقيمًا ودلك المروحة عليهِ قليلاً جدًّا

شكل ٢٨

ترى هذه الشروط تامة شكل ٢٨ وهو يدل على قضيب من حديد ا ب قطرهُ ثلاثة ارباع

القيراط ولوح من خشب الصنوبر الخفيف معلّق باحد طرفي القضيب سمكهُ نصف قيراط وعرضهُ قدم وطولهُ ١١ قدمًا وكرة من حديد معلّقة بالطرف الآخر لموازنة اللوح ولتمكين الآلة يجعل جزؤها الخشبي من لوحين موضوعين بحيث يجعلان زاوية صغيرة احدها مع الآخر كما ترى عند ي ج ثم تركّب المروحة على المغزل ه ك الذي يدور دورانًا هيّنًا فتعرف منهُ جهة الريح بدائرة مقسّمة مركّبة حول المغزل

(١١٦) الانيموسكوب المقيّد نفسهُ. يقيّد الانيموسكوب نفسهُ هكذا. ضع وعاء اسطوانيًا تحت C C̄ (شكل ٣٩) وهو مغزل يدور حاملاً المروحة A B واقسمهُ كؤوسًا كؤوسًا متساوية ثم ركّب على المغزل قمعًا مثل D واملأهُ رملاً وحكّمهُ حتى ينصب رملهُ في احدى الكؤوس كيفما اتجهت المروحة فيُستدَل على مدّة بقاء المروحة في جهةٍ من مقدار الرمل الذي في كاسها الكثير للمدّة الطويلة والقليل للقصيرة. فان كان عدد الكؤوس ١٨ كاسًا فكل كاس منها تطابق ٢٠° من القوس وقد يُصنَع في الوعاء صفٌّ آخر من الكؤوس ويُرتّب لهُ قمع آخر D̄ ترتيب الأوّل لموازنتهِ كما ترى في الشكل

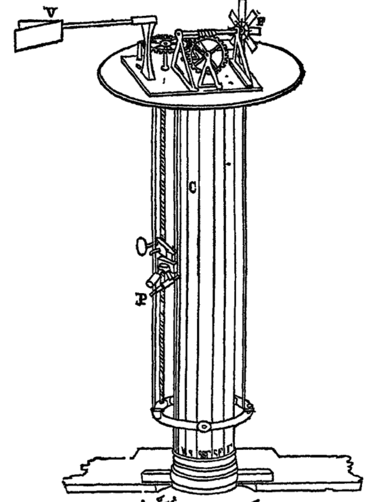
شكل ٣٩

(١١٧) انيمومتر ولتمان . الانيمومتر هو مقياس سرعة الريح او قوتها وهو على انواع شتى منها انيمومتر ولتمان وهو عبارة عن مراوح مطحنة هوائية صغيرة يركَّب على محورها لولب فيحرّك دولابًا مسنّنًا فيدور ويدل دليلٌ على عدد دوراتهِ . ويتمّ رصدهُ باستعلام عدد الدورات في دقيقة واحدةٍ ومراوحهُ منشورة للريح وتُستعلَم سرعة الريح من الرصد بجعل الآلة في مركبة في نهارٍ هادئٍ واستعلام عدد الدورات التي يدورها الدولاب في مسافة معينة ووقت مفروض فذلك كما لو كانت الآلة ساكنةً والهواء متحركًا وعلى الكيفية المتقدّمة يُصطنَع جدول لسرعة الريح الموافقة لعدد دورات المراوح في دقيقة واحدة

(١١٨) انيمومتر وَهيوَل . هو ايضًا على هيئة مطحنة هوائية صغيرة (شكل ٤٠) ذات جهاز كامل لتقييد كل فعل الريح وذلك بان تركّب المطحنة على اسطوانة عمودية C علوها قدمان وقطرها اربعة قراريط ويُلفّ حول الاسطوانة قطعة قرطاس مرسوم عليها خطوط عمودية دالّة على نقط الحك اي الجهات فمتى دارت مراوح المطحنة F تدير لولبًا في مسنّن فينزّل قلمًا P على قضيب عمودي فيخط القلم بنزولهِ خطًّا متموّجًا على القرطاس الملفوف حول الاسطوانة. ومتى انتهى القلم الى آخر القرطاس (وذلك يقتضي لهُ ٢٤ ساعة عادةً) يجدَّد القرطاس ويُردُّ القلم الى موضعهِ

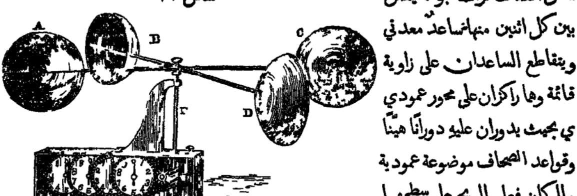
الاوّل فيُدَل على جهة الريح بما خطّهُ القلم على القرطاس وعلى سرعتها بمقدار تحرُّك القلم فتكون الآلة قد قيّدت قوّة الريح في كل نقطة من نقط الحك

شكل ٢٠



(١١٩) انيمومتر روبنصن (شكل ٢١) هو مؤلَّفٌ من اربع صحافٍ معدنية متساوية على شكل انصاف كرات مجوَّفة يصل بين كل اثنين منها ساعدٌ معدني ويتقاطع الساعدان على زاوية قائمة وهما راكزان على محور عمودي بحيث يدوران عليهِ دورانًا هيّنًا وقواعد الصحاف موضوعة عمودية ولما كان فعل الريح على سطحها

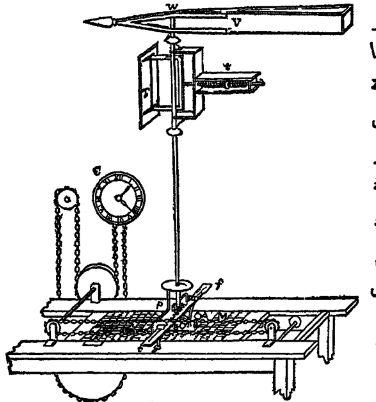
شكل ٢١



المحدَّب اقل منهُ على المقعَّر يديرها مهما كان ضعيفًا فيتحرَّك الساعدان بدورانها. وقد بيَّن الدكتور

روبنصن ان مركز كل صحنة يدور بسرعة تساوي ثلث سرعة الريح ان لم يُعتبَر الدلك فتقاس سرعة الريح بذلك. ومتى دار المحور ي يدير لولبًا في مسنَّن فيدير عدَّة دواليب فتقيِّد سرعة الريح من صفر الى الف ميل

شكل ٣٢



(١٣٠) انيمومتر أُصلَر (شكل ٣٢) يقيِّد قوَّة الريح وجهتها معًا وهو مؤلَّفٌ من مروحة V مركبة على محور يدور ودولاب مسنَّن متصل بالطرف السفلي من المحور ويلعب في اسنان مشط فتذهبهُ الى الامام والى الوراء متى حرَّك الهواء المروحة ويتصل بالمشط قلم A فمتى تحرَّك يكبس القلم على قرطاس مرسوم عليهِ خطوط دالَّة على نقط الحك . ويسير القرطاس متقدّمًا بواسطة ساعة C على معدَّل نصف قيراط في الساعة فكيفما دارت المروحة تقيَّدت جهتها ووقت تغيُّر جهتها ايضًا . ترى هيئة القرطاس بعد التقييد عليها ليومٍ شكل ٣٣

شكل ٣٣

د

س

(١٣١) كيفية قياس قوة الريح . تقاس قوَّتها بان يُوصَل بالمروحة صفيحة من نحاس T (شكل ٣٢) مساحتها قدمان مربعان وتتركَّب بحيث تتجه الى الريح عمودية ابدًا ويُعلَّق بقفا الصفيحة زنبرك لولبي ينضغط بضغط الريح على الصفيحة فتقاس قوة الريح بدرجة انضغاطهِ. والصفيحة تحرّك قلمًا t بواسطة شريط متصل بها فيقيّد القلم قوة الريح على القرطاس كلَّ لحظةٍ . وبعد مكث

قطعة القرطاس اربع وعشرين ساعة تُبدَّل بغيرها فتدلُّ كل قطعة على جهة الريح وقطعة على قوَّتها في كل لحظةٍ مدَّة ٢٤ ساعة . ترى شكل رسم القلم قوة الريح في الخط المتموّج اسفل شكل ٣٢ واما الخط الذي في اعلاهُ فيدل على كمية المطر مقيَّدةً على طريقة لم نذكرها هنا

(١٢٢) استخراج السرعة من الضغط . يُعبَّر عن مدلولات انيمومتر أُصلَر بليبرات من الضغط على قدم مربَّع وتستخرج منها سرعة الريح اميالاً في الساعة بجدول يتضمَّن سرعة الريح عند كل درجة من درجات ضغطها على مساحة قدم مربع حسب ما ظهر من امتحانات سميتون كما في هذا الجدول

السرعة اميالاً	الضغط ليبرات	السرعة اميالاً	الضغط ليبرات	السرعة اميالاً	الضغط ليبرات	السرعة اميالاً	الضغط ليبرات
١	٠٫٠٠٥	٦	٠٫١٧٧	١١	٠٫٥٩٥	١٦	١٫٣٦٠
٢	٠٫٠٢٠	٧	٠٫٢٤١	١٢	٠٫٧٠٨	١٧	١٫٤٢٣
٣	٠٫٠٤٤	٨	٠٫٣١٥	١٣	٠٫٨٣١	١٨	١٫٥٩٤
٤	٠٫٠٧٩	٩	٠٫٣٩٩	١٤	٠٫٩٦٤	١٩	١٫٧٧٦
٥	٠٫١٢٣	١٠	٠٫٤٩٢	١٥	١٫١٠٧	٢٠	١٫٩٦٨

ترى ان قوة الريح تتغيَّر كمربَّع سرعتها فاذا كانت سرعتها ٢٠ ميلاً في الساعة تكون قوَّتها اربعة امثال قوة ريح سرعتها ١٠ اميال فقط في الساعة

(١٢٣) قياس قوة الريح تقديرًا . اذا لم يتيسَّر للراصد انيمومتر فلهُ ان يقدر قوة الريح حسب الامكان والاولى ان يعيِّن لها مراتب من ١ الى ١٠ جاريًا على القياس الآتي

مرتبة	كيفيَّة	السرعة اميالاً في الساعة	الضغط ليبرات على قدم مربَّع	مرتبة	كيفية	السرعة اميالاً في الساعة	الضغط ليبرات
١	يُشعَر بها وهي النسيم	٢	٠٫٠٢	٦	شديدة جدًّا	٤٥	١٠
٢	لينة وهي الرُّخاء	٣	٠٫٠٨	٧	عاصف	٦٠	١٨
٣	ريح مقبولة	١٢ ½	٠٫٧٥	٨	هوجاء	٧٠	٢٤
٤	بين مقبولة وشديدة	٢٥	٣٫٠٠	٩	زوبعة	٨٠	٣١
٥	شديدة	٣٥	٦٫٠٠	١٠	زعزعان	١٠٠	٤٩

وقد استخرجت هذه المراتب من امتحانات عديدة متنوّعة كسير رجل بسرعات مختلفة في يوم صافٍ كما اذا سار في سكة حديدية وتقييد نتائج سيره وكقياس سرعة الريح بالقاء مواد خفيفة فيها كالقطن ونحوه وغير ذلك

[المعوّل عليهِ كثيرًا في هذه النقاد بر هو ما سُمّي نقاد بر بيوفورت نسبةً الى الربان الذي اعتمد عليهِ اولاً وهو المعوّل عليهِ عند النواتي

من ١ الى ٦	الضغط ليبرات على قدم مربع	السرعة اميالاً كل ساعة	التعديل السابق	صفة الريح	نقاد بر بيوفورت
٠٫٠	٠٫٠٠	٠٫٠	٠	رهو	
٠٫٥	٠٫٢٥	٧٫١	١	نسيم	ما يكفي لادارة السفينة فقط
١٫٠	١٫٠٠	١٤٫١	٢	ريح	تجري السفينة بين ميل وميلين كل ساعة
١٫٥	٢٫٢٥	٢١٫٢	٣	ريح معتدلة	" " " ٣ و ٤ " "
٢٫٠	٤٫٠٠	٢٨٫٣	٤	ريح مقبولة	" " " ٥ و ٦ " "
٢٫٥	٦٫٢٥	٣٥٫٤	٥	كادت تشتد	تحمل كل اشرعتها
٣٫٠	٩٫٠٠	٤٢٫٤	٦	شديدة	لا تحمل الاشرعة العليا
٣٫٥	١٢٫٢٥	٤٩٫٥	٧	نوء	لا تحمل الاَّ السفلى
٤٫٠	١٦٫٠٠	٥٦٫٦	٨	عاصف	
٤٫٥	٢٠٫٢٥	٦٣٫٦	٩	عاصف شديد	لا تحمل الاَّ شراعًا واحدًا
٥٫٠	٢٥٫٠٠	٧٠٫٧	١٠	عاصف اشد	
٥٫٥	٣٠٫٢٥	٧٧٫٨	١١	زوبعة	
٦٫٠	٣٦٫٠	٨٤٫٨	١٢	زعزعان	لا تحمل شراعًا ولا واحدًا

وهذا الجدول يقابل بين نقاد بر بيوفورت وما تقدّم ذكرهُ]

(١٢٤) معدَّل سرعة الريح . قد ظهر من رصد الريح بآلات مدققة في اماكن شتى من اوربا وبعض جهات اميركا ان معدَّل سرعتها السنوي في فيلادلفيا ١١ ميلاً في الثانية وان اقل سرعتها هناك هو في الصيف اي تسعة اميال في الساعة واسرعها في الشتاء اي ١٤ ميلاً فيها . وفي طورنتو معدَّلها ٩ اميال كل ساعة وفي بليموث من انكلترا كذلك وفي اوكسفورد وكرينويج ١٠ وفي

لفربول ١٣ وفي الاوقيانوس الاتلانتيكي ١٨ ميلًا في الساعة وقد استُخرِج معدَّل السرعة في الاوقيانوس المذكور من معدَّل سير السفن فيهِ

وظهر عدا ذلك في فيلادلفيا ان سرعة الريح تكون على اقلها نحو شروق الشمس ثم تتزايد حتى تبلغ اعظمها الساعة الثانية بعد الظهر ثم تتناقص الى الساعة الثامنة بعدهُ وقلَّما تختلف بعد ذلك الى الشروق فتكون شدَّة الريح الظهر مضاعف شدَّتها نصف الليل

شكل ٣٤

ترى شكل ٣٤ معدَّل قوة الريح في فيلادلفيا لكل ساعة من اليوم مدلولاً عليهِ عن يسار الشكل بالضغط ليبرات على قدم مربع

(١٢٥) معدَّل جهة الريح. ليُفرَض ان مجرى هواءٍ شمالي يمر بالنقطة س (شكل ٣٥) بسرعة ف وانهُ يبقى مدَّة ت فيكون ف ت قياس مقدار الهواء المار في المدَّة المفروضة ثم ليُفرَض ان مجرًى جنوبيًّا تلاهُ بسرعة فَ ومدَّة تَ فيكون فَ تَ قياس مقدار الهواء المار وتكون الحركة الحاصلة كما لو مرَّ مقدار من الهواء = ف ت — فَ تَ بالنقطة س في مدَّة ت + تَ . فاذا دلَّ ش و ج على مقدارين من الهواء آتيين من الشمال والجنوب تدل ش — ج على الحركة الحاصلة منهما وكذلك اذا توالت ريحان الواحدة من الشرق والاخرى من الغرب ودلَّت ش و غ عليهما تدلُّ العبارة ش — غ على الحركة الحاصلة منهما ثم ليدلَّ الخطان س ا و س ب على ش — ج و ي — غ فيُعرَف حاصلهما س د ويُستخرَج

شكل ٣٥

الزاوية ف التي يجعلها الخط الحاصل مع الهاجرة من هذه العبارة ظاس ف = $\frac{د\ ا}{س\ ا}$ = $\frac{س\ ب}{س\ ا}$ = $\frac{ي - غ}{ش - ج}$

واذا هبَّت ريحٌ نكباء حُلَّت الى ريحين أُخريين احداهما على موازاة الهاجرة والاخرى عمودية عليها فالشمالية الشرقية تحل الى ريحين احداهما في جهة س ج ويُدَلُّ عليها بهذه العبارة ش شر ن ج ٤٥° والاخرى في جهة س غ وتساوي ش شر ن ج ٤٥° ايضًا وهكذا تُحَلُّ الشماليَّة الغربيَّة والجنوبيَّة الشرقيَّة والجنوبيَّة الغربيَّة . فاذا حسبنا رياح النقط الثمان ايجابيةً من ش الى ج اومن

شر الى غ وسلبيةً من ج الى ش اومن غ الى شر فلنا

$$\text{مماس ف} = \frac{\text{شر} - \text{غ} + (\text{ش شر} + \text{ج شر} - \text{ش غ} - \text{ج غ})\ \text{نج } 45^\circ}{\text{ش} - \text{ج} \ (\text{ش شر} + \text{ش غ} - \text{ج شر} - \text{ج غ})\ \text{نج } 45^\circ}$$

ويُدَلُّ على معدَّل سرعة الريح الخارجة من هذه العبارة بالعبارة الآتية

$$\text{س د} = \frac{\text{س ب}}{\text{جيب ف}} = \frac{\text{شر} - \text{غ} + (\text{ش شر} + \text{ج شر} - \text{ش غ} - \text{ج غ})\ \text{نج } 45^\circ}{\text{جيب ف}}$$

ولمَّا كانت سرعة الريح لا تقاس قياسًا وربما كان لا يخمَّن عليها تخمينًا في اكثر الرصود المتيورولوجية فلا سبيل لنا الآن نحسب معدَّل سرعة الريح متساويًا في هبوبها من كل نقطة من الافق فتكون الاحرف ش شرج من العبارة السابقة كنايةً عن عدد المرَّات التي هبَّت الريح فيها من تلك الجهات . غير ان حسبان معدَّل السرعة متساويًا كما تقدَّم لا يخلو من الخطإ ولا يصلح ذلك الاَّ برصد الريح بالانيمومتر رصدًا مدققًا . واذا تعيَّنت جهات الريح لاكثر من النقط الثمان تُحَلُّ كل ريح على حدتها الى شكلين قائمي الزوايا بجدول السلك المعترض كما يُحَلُّ السلك المعترض في سلك الجور ثم يُطرَح عدد الجنوبية كلها من الشمالية كلها وليدل س ا على فضلتها وكذلك يطرح عدد الغربية من الشرقية وليدل س ب على فضلتها فيُدَلُّ على الجهة الحاصلة من ذلك بهذه العبارة $\text{مماس ف} = \frac{\text{س ب}}{\text{س ا}}$

(١٢٦) تصوُّر اتجاه الريح بشكل كثير الزوايا . اذا اردت ان ترسم اتجاه الريح السنوي في شكل هندسي فارسم الخط ا ب (شكل ٣٦) وليدل على جهة الشمال الغربي وافرض ايَّ قياس شئت جاعلاً طول ا ب مناسبًا لهبوب الريح من الشمال الغربي في المدَّة المفروضة ثم ارسم ب س وليدل على الجهة الغربية واجعل طولهُ مناسبًا لهبوب الريح من الغرب جاريًا على القياس المفروض وهكذا ارسم س د وليدل على الريح الجنوبية الغربية وكَمِّل الخطوط لباقي الجهات وافرض الخط الاخير الذي يدل على الرياح الشمالية انهُ ينتهي عند ع ثم صِلْ بين ع وا فيكون لك خط اتجاه الريح في كل مدَّة الرصود . وقد جُعِلَت الخطوط في شكل ٣٦ متناسبة في طولها وقصرها لكثرة هبوب الريح وقلتها حسب ما تبيَّن من رصود ٣٥ سنة في نحو ثلاثين مدرسة في ولاية نيو يورك

شكل ٣٦

وقد ظهر من مقابلة رصود كثيرة بانيمومتر أُصلَر ان اتجاه الريح في فيلادلفيا هو الى نقطة شمالي الشرق قليلاً وانهُ على معدَّل اربعة اميال في الساعة او مئة ميل في اليوم

(١٢٧) رصود جهة الريح. ان ما رُصِد منها بانيمومتر مدقّق قليلٌ واما ما رُصِد بالمروحة الاعتيادية فكثير حتى تعيَّن منهُ معدَّل جهة الريح في كل نواحي الارض فمن ذلك ست مئة محطّة على اليابسة في نصف الكرة الشمالي وقد رُصِدَت جهة الريح فيها مدَّات متفاوتة اقصرها بضعة اشهر واطولها ٥٠ سنة وان ضُمَّ بعضها الى بعض عدلت مدَّة ثلاثة آلاف سنة. ومنهُ رصود في البحار مقيَّدة في يوميات السفن وقد جُمِعَت في مرصد واشنطون فنافت على ٢٠٠٠٠٠٠ رصدٍ وهي عبارة عن رصود ٣٠٠٠ سنة اجالاً فهي اذاً كافية لاستخراج معدَّل جهة الريح منها في كل اقسام نصف الكرة الشمالي بحرًا وبرًّا الى عرض ٦٠° وهي في ما فوق ذلك اقل عددًا ولكنها متفقة اما رصود البر في نصف الكرة الجنوبي فاقل من رصود البر في النصف الشمالي ولكن رصود البحر كثيرة جدًّا

(١٢٨) اقسام الرياح الثلاثة. اذا رُسِمَت جميع الرصود المذكورة على خارطة الارض انقسمت بها الرياح الى ثلاثة اقسام كبرى وهي اولاً الرياح الاستوائية وثانيًا رياح الاعراض الوسطى وثالثًا الرياح القطبية

(١٢٩) الرياح التجاريَّة. ان رياح الجهات الاستوائية تهبُّ بحرًا وبرًّا من جهة شمالية شرقية في شمالي خط الاستواء وجنوبية شرقية في جنوبيهِ وهبوبها لا يتغيَّر فتُسمَّى مجاري الريح الناتجة عنهُ الرياح التجارية. وتمتد الشمالية الشرقية منها على الاوقيانوس الاتلانتيكي من عرض ٧° الى عرض ٢٩° ش والجنوبية الشرقية من عرض ٧° الى عرض ٣٠° جنوبًا ويُسمَّى ما بينهما منطقة الرهو وهو اما رهو تام واما رياح متقلّبة عرضها من ١٥٠ ميلاً الى ٥٠٠ ميل ووسطها ٥ درجات شماليّ خط الاستواء

اما معدَّل جهة الشمالية الشرقية من هذه الرياح فهو من الشمال ٦٠° شرقًا غير انهُ يقترب اكثر الى الشرق عند عرض ١٠° وعند حدها الجنوبي تهب من الشرق تقريبًا. واما معدَّل جهة الجنوبية الشرقية فهو من الجنوب ٥٤° شرقًا

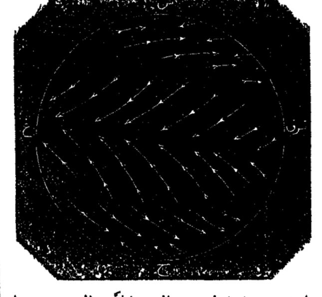
واعلم ان حدود الرياح التجارية تختلف قليلاً باختلاف الفصول فانها تتقدَّم بضع درجات شمالاً في الصيف ثم تتقهقر من هناك في الشتاء وتتقدَّم جنوبًا وكذلك وسط منطقة الرهو فانهُ يكون في الربيع شماليّ خط الاستواء درجةً او درجتين ويبتعد عنهُ صيفًا ٩ درجات او عشر شمالاً

(١٣٠) رياح الاعراض الوسطى. هي رياحٌ وراء الرياح التجارية الى الشمال والى الجنوب ومهبها على الغالب من الغرب. اما في النصف الشمالي فمن نقطة الى جنوبي الغرب قليلاً واما في

النصف الجنوبي فمن نقطة الى شمالي الغرب قليلاً وعرض منطقتها من ٣٥° الى ٣٠° وهبوبها من الغرب واضح في وسط المنطقة ويقلُّ وضوحاً كلما اقتربت الى طرفيها فان معدَّل جهة الريح هو ج ٨٠° غ في الولايات المتحدة الواقعة في الاعراض الوسطى ونسبة الرياح الشرقية الى الغربية هناك كاثنين الى خمسة . ومعدَّل جهة الرياح السطحية بين عرض ٤٠° و٦٠° من نصف الكرة الجنوبي هو ش ٧٣° غ ونسبة الرياح الشرقية هناك الى الغربية كواحد الى خمسة

(١٣١) الرياح القطبية واتجاهها . الرياح القطبية هي رياح ما فوق عرض ٦٠° شمالاً وجنوبًا وكلها متجهة نحو خط الاستواء غيران بعضها يميل غربًا وبعضها شرقًا . فرياح نصف الكرة الشمالي تميل الى الشرق فهي شمالية شرقية غيران رياح اماكن كثيرة فيهِ تتجه نحو الغرب فتكون ارياحها الغالبة شمالية غربية. ترى جهة الرياح الغالبة عند سطح الارض على كل عرض (شكل ٢٧)

شكل ٢٧



(١٣٢) الرياح السطحية . هي الرياح التي تهبُّ على سطح الارض وقد ترتفع ارتفاعًا عظيمًا كما يظهر من رصدها على قمم الجبال الشامخة ومن ملاحظة سير السحاب . والمظنون ان الجهات المفصَّلة آنفًا تصدق على الرياح الى علو ميلين عن سطح الارض او اعلى من ذلك قليلاً وذلك يشمل على نصف الجلد وزنًا بالتقريب. وفوق ذلك يغاير نظام الرياح النظامَ المذكور مغايرة تامةً كما سترى

(١٣٣) حركة نصف الجلد الاعلى . ان حركة الهواء الشمالية في كل عرضٍ لابد ان تساوي حركتهُ الجنوبية والاَّ يتفرَّغ الهواء على التدريج من قسم من الارض ويتجمَّع في آخر وذلك ضدُّ طبيعة الهواء واشباههِ . فاذا ظهر في النواحي الاستوائية ان النصف السفلي من الهواء متجهٌ نحو خط الاستواء فلا بُدَّ ان يتجه النصف العلويُّ منهُ الى مقابل خط الاستواء تمامًا وترى صدق ذلك في اتجاه الجزء العلوي من الهواء داخل حدود الرياح التجارية في نصف الكرة الشمالي فان مهبهُ الجنوب الغربي كما يظهر من المواد الصاعدة من البراكين الهائجة ومن رصدهِ على قمم الجبال

(١٣٤) دلالة البراكين . ان عددًا من البراكين واقع داخل حدود الرياح التجارية ويقذف رمادًا الى اعالي عظيمة في بعض الاحيان فيُستدَل منهُ على جهة طبقة الهواء التي قد وصل

اليها. ففي سنة ١٨١٢ قذف بركان منها في جزيرة سان ڤنسنت على عرض ١٥° رماداً كثيراً فسقط جانب عظيم منهُ على بربادوس جزيرة ٩٠ ميلاً الى شرقي سان ڤنسنتَ مع ان الرياح التجارية تهبُّ بينهما هبوباً عنيفاً على الدوام حتى تجبر السفن على ان تدور دورة طويلة لتسير من سان ڤنسنت الى بربادوس فيظهر من ذلك ان ما نقل الرماد انما هو رياح جهةُ هبوبها مضادة لجهة هبوب الرياح الغالبة على سطح البحر هناك . وشُوهِد ما يشبهُ ذلك في كانون الثاني ١٨٣٥ وقت هيجان البركان كوسكونيا على عرض ١٢° شمالاً على شاطئ الاوقيانوس المحيط فان جانباً من رمادهِ سقط على جزيرة جاميكا الواقعة الى الشمال الشرقي منهُ على بعد ٧٠٠ ميل بالاستقامة وسقط جانب حينئذٍ على سفينة في المحيط وكانت الى الشمال الغربي منهُ على بعد ينيف على ١٢٠٠ ميل

(١٢٥) الغبار المحمول بالرياح . هو غبار قد سقط مراراً متواترة في جنوبي اوربا ولبون وجنينا وغيرها وكانوا يزعمون ان الرياح تثيرهُ الى هناك من صحاري افريقيا الى ان فحصهُ ارنبرج بالمكروسكوب فرآهُ يحتوي على مواد آلية منها انواع لا توجد الاَّ في وادي اورونكو وامازون في اميركا الجنوبية . فيُعلَّل عن هذا الامر براي من رأيين إمَّا ان الغبار قد نقلتهُ رياح علويَّة من اميركا الجنوبية الى الاراضي المذكورة او ان الانواع المشار اليها موجودة في اماكن لم يعرف البشر بوجودها فيها بعد والاوَّل ارجح فيكون الغبار قد ثار في اميركا الجنوبية الى اعالي الجلد حيث صادفهُ مجرًى من الجنوب الغربي فحملهُ مسافة خمسة آلاف ميل ونيف قبلما سقط الى الارض

(١٢٦) الرياح على قمم الجبال . يُستدَلُّ من رصد الريح على قمم الجبال على المجرى المذكور نفسهِ في طبقات الهواء العليا فعلى علو ١٢٩٥١ بقرب راس موناكيا جبل في احدى جزائر صندويج تهبُّ الريح مستمرَّةً من الجنوب الغربي مع ان الرياح التجارية تهبُّ من الشمال الشرقي عند سفحهِ . وكذلك على جبل تَنَريف وعلوهُ ١٢٢٠٥ اقدام فانهُ وان يكن راسهُ لا يبلغ نهاية النصف الاسفل من الهواء تهبُّ الرياح من الجنوب الغرب عندهُ احياناً كثيرة وباقي السحاب من هناك ايضاً سائراً في عكس جهة الرياح التجارية عند سفح الجبل المذكور. وقد شاهد السائح بروس ما يشبه ذلك على جبال بلاد الحبش

(١٢٧) المجرى العلويُّ في الاعراض الوسطى. ان الهواء يجري من الجهة الشمالية في الاعراض الوسطى على ارتفاع نحو عشرة آلاف قدم عن سطح الارض والدلائل على ذلك هي

(١) هيجان بركان هكلا الشهير في ايسلاندا في ايار ١٧٨٣ فانهُ قذف الدخان والرماد شهرين حتى ارتفع الدخان ارتفاعاً عظيماً وامتدَّ على كل اوربا تقريباً وكوَّن ما سموهُ الضباب الناشف وكان اوَّل ظهورهِ هناك من الشمال الغربي ثم جعل يمتد رويداً رويداً حتى تجاوز ايطاليا

الى سوريا فيُستدَل من ذلك على انهُ كان في ذينك الشهرين مجرى علوي من ايسلاندا الى سوريا. وفي ذلك الوقت انتشر الضباب الناشف المذكور على جانب عظيم من اميركا الشمالية وذلك يدل على مجرًى آخر من الشمال الشرقي وربما كان اعلى من الاوَّل. ولما هاج هذا البركان سنة ١٨٤٥ سقط منهُ رماد كثير على جزائر اوركني وعلى السفن في الابحر المجاورة

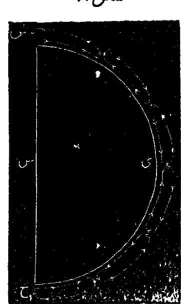
(٢) ان الذين صعدوا في الهواء الى علو عشرة آلاف قدم في الاعراض الوسطى وجدوا الريح تهبُّ من الغرب ثم لمَّا ارتفعوا فوق ذلك وجدوها تهب من شمالي الغرب قليلاً

(٣) ان مقرَّ السحب هو النصف السفلي من الهواء غالبًا ومعدَّل جهتها هو كمعدَّل جهة الريح على سطح الارض ولكنك اذا نظرت الى غيوم عالية في وقت جافٍ رأَيت مصدرها نقطة شمالي الغرب وقد ظهر من رصدها ست سنوات في فيلادلفيا ودرجة الندى ٣٥° تحت حرارة الهواء ان معدَّل جهتها شمال ٥٥° غ

(١٣٨) المجرى العلويُّ في النواحي القطبية . اذا كان اتجاه المجرى السطحي عند القطبين الى خط الاستواء فلا بد من وجود مجرى علوي من خط الاستواء الى القطبين لما هو ظاهر

(١٣٩) نظام دوران الهواء . يظهر ممَّا تقدَّم انهُ لو قُطِع الهواء الكروي بواسطة سطح هاجرة من الهواجر لبان منهُ نظام الجاري المرسومة شكل ٣٨ حيث يشار بالحرف ش الى القطب الشمالي و ج الى الجنوبي و س الى خط الاستواء . وعلى ذلك يجري المجرى السطحي في المنطقة الحارة الى خط الاستواء ويجري العلوي عن خط الاستواء وعكس ذلك في الاعراض الوسطى حيث يجري السطحي عن خط الاستواء والعلوي الى خط الاستواء ويجري السطحي في القطبين منهما فنازلاً والعلوي اليهما طبعًا

شكل ٣٨

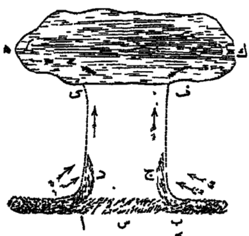


وهذا الشكل انما يدل على جهة الريح اذا كانت الى خط الاستواء او عن خط الاستواء فاذا أُرِيد ان يُدَل على جهة الريح الشرقية او الغربية يقتضي ان يُزَاد التشكيل فيهِ فان المجرى السطحي في منطقة الرياح الاستوائية في نصف الكرة الشمالي يجرى من الشمال الشرقي والعلوي من الجنوب الغربي وبين عرض ٣٠° و٦٠° يجري السطحي من الجنوب الغربي والعلوي من جهة شمالية وفوق عرض ٦٠° يجرى السطحي الى خط الاستواء والعلوي من خط الاستواء . ولا بدَّ من ايضاح ذلك بالاستيفاء

(١٤٠) علل الرياح . اشهر عللها ثلث (١) عدم مساواة ضغط الهواء (٢) عدم مساواة

ثقلهِ النوعي (٢) دوران الارض اليومي

اما الاولى فتظهر اذا تصوَّرت عمودين من الهواء واصلَين الى آخر الجلَد ومتصلَين عند سطح الارض بانبوبة افقية فاذا زاد ثقل العمود الواحد عن الآخر جرَى الهواء من الثقيل الى الخفيف للاستواء كما يستوي الماء في انبوبة ملتوية اذا زاد في احدى ساقيها . فلذلك تجري الريح من حيث يكون البارومتر مرتفعًا الى حيث يكون واطئًا



شكل ٣٩

(١٤١) واما الثانية اي عدم مساواة ثقل الهواء النوعي فناتجة عن عدم مساواة درجة حرارتهِ او عن عدم مساواة الرطوبة فيهِ . ليدل ا س ب (شكل ٣٩) على قطعة متسعة من الارض وليفرض الجانب القريب الى س مطمورًا بالرمال وان اشعة الشمس تقع عليهِ وتسخنهُ والجانبين الآخرين عند ا و ب عاشبين فالزيادة تمدُّد الهواء الذي على س عن تمدُّد الهواء الذي حولها برز ع فيأتي مكانهُ هواء يجري افقيًا من ا و ب في جهة السهام ويتمدَّد العمود د ف ي ج فيرتفع على الهواء المحيط بهِ ثم ينبسط الى كل ناحية في جهة السهمين ه و ك فيحدث مجاري علوية تجري في خلاف جهة الرياح التي عند ا و ب . وبعدما تسير المجاري المذكورة مسافةً تحدث مجاري هابطة لتحلَّ محل الهواء الذي يجري قرب السطح الى المحلاَّت السخنة ويتضح ما تقدَّم بفتح باب بين غرفتين في فصل البرد احداهما هواؤُها سخن والاخرى بارد فان أُمسك قنديل قرب اعلى الباب ينحني لهيبهُ الى خارج الغرفة السخنة دالاًّ على مجرى هواء منها الى الباردة . واذا أُمسِك القنديل قرب اسفل الباب ينحني اللهيب الى داخل الغرفة السخنة دالاًّ على مجرًى منها الى الباردة واذا أُمسِك على الوسط يهدأُ فيتضح من ذلك ان الهواء يخرج من اعلى الغرفة السخنة وياتي عوضًا عنهُ هواء بارد جاريًا قرب ارضها . وعلى هذه الكيفية يحدِث تفاوت سطح الارض في السخونة مجاري عظيمة بها يجري الهواء الكثيف تحت اللطيف ويحلُّ مكانهُ

اما فعل الثاني اي عدم مساواة رطوبة الهواء فظاهر من ان ثقل البخار النوعي هو نحو ثلثي ثقل الهواء النوعي الجاف بشرط مساواة حرارتهما والضغط عليهما ولمَّا كان البخار لا ينفذ بين دقائق الهواء الاَّ بعد وقتٍ يحدِث في غضون تفرُّقهِ مجاري هوائية على مبدإِ حدوثها بعدم مساواة حرارة الهواء . فتجري الرياح من الاماكن الباردة الى التي هي اسخن منها اي من حيث يكون بخار الهواء قليلاً الى حيث يكون كثيرًا ولو دلَّ البارومتر على ضغط واحد حينئذٍ في كل مكان

(١٤٢) كيفية انتشار الريح. تبتدئ الريح بقرب قاعدة عمود الهواء السخن ثم تمتد رويدًا الى ان تبعد عنها مسافةً واذ يجري الهواء من ا و ب شكل ٣٩ نحو العمود الصاعد د ي ف ج يتلطف ويمتد بالتلطف الى الهواء البعيد وهلمّ جرًّا اي ان من الريح ما تنتشر في خلاف جهة هبوبها وتُسمَّى شارقة ومنها ما تنتشر في جهة هبوبها وتُسمَّى دافعة ونشاهد امثلتها في كل نوء شديد كما سيتضح في الباب السادس

(١٤٣) اما العلّة الثالثة اي دوران الارض على محورها فلا تحدث وحدها ريحًا دائمة فانهُ لولا وجود فواعل أُخَر في تحريك الهواء لكان بفركهِ على سطح الارض يكتسب دورانًا سرعتهُ مثل سرعة دوران الاماكن التي يستقرُّ عليها اما دوران الارض فينوّع هذه الفواعل لان الارض شبيهة بكرة فبينما تدور على محورها في ٢٤ ساعة تختلف سرعة الدوران باختلاف العرض فان

سرعة الاماكن عند عرض	٠° شرقًا هي	١٠٣٦	ميلاً في الساعة
و " " "	١٥° " "	١٠٠٠	" " "
" " " "	٣٠° " "	٨٧٩	" " "
" " " "	٤٥° " "	٧٣٣	" " "
" " " "	٦٠° " "	٥١٨	" " "
" " " "	٧٥° " "	٢٦٨	" " "

(١٤٤) الحركة النسبية الناتجة عن دوران الارض. لو نقلتَ مقدارًا من الهواء الساكن من عرض ٣٠° الى عرض ١٥° فجأةً لزادت سرعتهُ شرقًا ١٠٣ اميال في الساعة لولا السكون اي ظهرت حركتهُ في المكان الثاني بالنسبة الى الاوّل متجهة غربًا ١٠٣ اميال في الساعة . وكذلك اذا نقلتَ مقدارًا من الهواء الساكن من عرض ١٥° الى عرض ٣٠° كانت حركتهُ شرقًا اسرع من حركتهِ في عرضهِ الاوّل ١٠٣ اميال والمعنى في ذلك انهُ اذا نُقِل الهواء من خط الاستواء نحو القطبين صارت لهُ حركة نسبية غربًا

(١٤٥) الرياح السطحية في النواحي الاستوائية . قد تقدّم (ع ٣٠) ان معدّل ارتفاع البارومتر قرب عرض ٣٢° هو اعظم من معدّل ارتفاعهِ في سائر جهات الارض ويزيد ٠٫٢٨٣ من القيراط عن ارتفاعهِ قرب خط الاستواء . ومعدّل حرارة الهواء السطحي عند خط الاستواء ١٣° اكثر من معدّلها عند عرض ٣٢° . وبسبب هذين الامرين يتجه الهواء من عرض ٣٢° الى خط الاستواء ولو لم تفعل فيهِ فواعل اخرى لاتّبع احدى الهواجر من عرض ٣٢° الى خط الاستواء ولكن بسبب حركتهِ الشرقية التي هي حركة مهبّهِ من دوران الارض اليومي وبسبب مرورهِ باعراضٍ

سرعتها شرقًا اعظم من سرعتهِ يتأخَّر عنها فتُحسَب حركتهُ غربية في نصف الكرة الشمالي بالنسبة الى حركة سطح الارض ويكون اتجاههُ الى الجنوب الغربي اما معرفة اتجاههِ تمامًا فتتوقف على مقدار اتجاههِ جنوبًا وغربًا وهكذا يقال عن اتجاه الهواء في نصف الكرة الجنوبي اي يتجه الى الشمال الغربي فيكون من ذلك نظام مجارٍ تاتي من الشمال الشرقي في نصف الكرة الشمالي ومن الجنوب الغربي في نصفها الجنوبي

(١٤٦) المجرى العلوي في النواحي الاستوائية . ان معدَّل حرارة الهواء السطحي عند خط الاستواء هو اعظم مما هو عند عرض ٣٢° وليس كذلك في حرارة الهواء العلوي فانها متساوية تقريبًا في جميع الاعراض ولمَّا كان الهواء اذا تمدَّد يزيد $\frac{1}{491}$ من حجمهِ لكل درجة من الحرارة فعلوُّهُ عند خط الاستواء اعظم مما هو عند عرض ٣٢° وان يكن البارومتر ارفع عند هذا منهُ عند ذاك فلو كانت الارض ساكنةً لانعطفت اعالي الهواء عند خط الاستواء جاريةً على سطح مائل نحو الاعراض الوسطى ولكن لعدم سكونها اذا جرى مجرى علوي في نصفها الشمالي نحو القطبين يمرُّ باعراض سرعتها شرقًا اقل من سرعتهِ ولبقاء حركتهِ شرقًا وهي حركة مخرجهِ عند خط الاستواء تصير حركتهُ غربية بالنسبة الى حركة سطح الارض واذا تركَّبت مع حركتهِ الشمالية وهي جريهُ من خط الاستواء شمالاً يكون اتجاههُ الى الشمال الغربي وهذا هو سبب ظهور مجرًى علويٍّ فوق الرياح التجارية الهابَّة من الجنوب الشرقي في نصف الكرة الجنوبي

(١٤٧) الرياح السطحية في الاعراض الوسطى . ان معدَّل ضغط الهواء عند عرض ٣٢° هو اعظم ٠٫٥٥٨ من القيراط مما عند عرض ٦٤° ولذلك يتجه الهواء السطحي من عرض ٣٢° الى القطبين حال كونهِ احرَّ من هواء القطبين وبالتالي اخف منهُ وانما زيادة ضغطهِ عمَّا ينقص في خفتهِ تُديم اتجاههُ المذكور . وبينما يسير شمالاً يمرُّ باعراض سرعتها شرقًا اقل من سرعتهِ التي يكون قد خرج بها من مكانهِ فتصير حركتهُ النسبية غربية ومتى تركَّبت مع حركتهِ شمالاً يكون اتجاههُ شماليًّا غربيًّا فلذلك ياتي الهواء السطحي من الجنوب الغربي غالبًا في كل الاعراض الوسطى من نصف الكرة الشمالي ومن الشمال الشرقي في الاعراض المذكورة من النصف الجنوبي

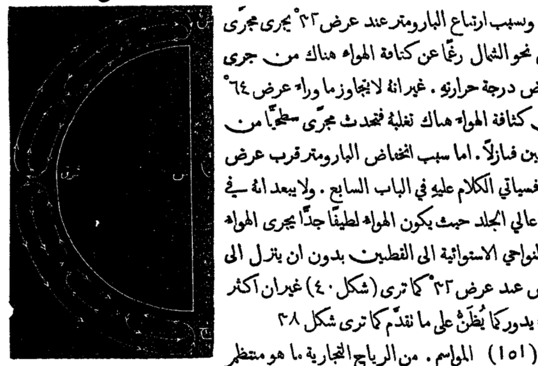
(١٤٨) الريح السطحية في النواحي القطبيَّة . المظنون ان معدَّل ضغط الهواء في النواحي القطبية هو اعظم قليلاً مما هو عند عرض ٦٤° وان الهواء هناك اكثف لكونهِ ابرد فلذلك يجري الهواء من القطبين نحو الاعراض الوسطى ومن مقابلة حركتهِ بحركة الارض تكون جهتهُ الشمال الشرقي في الدائرة الشمالية والجنوب الشرقي في الدائرة الجنوبية

(١٤٩) المجرى الصاعد عند عرض ٦٤° . فللاسباب المتقدّم ذكرها تاتي الرياح عرض

٦٤° في نصف الكرة الشمالي من عن كلا الجانبين ثم تصعد عنهُ كما تصعد عن خط الاستواء فتحدث مجرى علويًّا بعضهُ يجري الى شمالي العرض المذكور وبعضهُ الى جنوبيهِ ولكنهُ لا يوافق هاجرة من الهواجر لانهُ يمرُّ في سيرهِ الى خط الاستواء باعراض سرعتها شرقًا اعظم من سرعتهِ فيُعَدُّ مقبلاً من الشمال الشرقي . ولعلَّ المجرى الشمالي الغربي الذي يظهر على علو ميلين او ثلثة غالبًا حاصل من اختلاط هذا المجرى اختلاطًا جزئيًّا بالريح السطحية الغربية

(١٥٠) سبب ارتفاع البارومتر عند عرض ٣٢°. لو كان ضغط الهواء متساويًا على سطح الارض كلهِ لاتجه الهواء السطحي نحو خط الاستواء لزيادة حرارة النواحي الاستوائية واتجه الهواء العلويُّ من خط الاستواء نحو القطبين غير انهُ لا يصل اليهما لزيادة اقتراب الهواجر بعضها الى بعض حتى تلتقي عند القطبين ولمَّا كان لا بدَّ لهُ في سيرهِ من خط الاستواء الى القطبين ان يقطع دوائر عرض متصاغرة فيتجمَّع بعضهُ على بعض ويرتفع الى علو مناسب لذلك فيزيد ضغطهُ على سطح الارض . وبما ان المسافة التي بين هاجرتين على خط الاستواء اعظم بسدس من المسافة بينهما على عرض ٣٢° فمتى وصل الهواء اليهِ يعيقهُ ضغطهُ عن التقدُّم نحو القطبين فيتوقَّف ثم ينزل الى السطح وينضمُّ الى المجرى السطحي ويجري معهُ الى خط الاستواء من حيث يصعد ويدور هكذا الى ما شاء الله

شكل ٤٠



وبسبب ارتفاع البارومتر عند عرض ٣٢° يجري مجرًى سطحي نحو الشمال رغمًا عن كثافة الهواء هناك من جرى انخفاض درجة حرارتهِ . غير انهُ لا يتجاوز ما وراء عرض ٦٤° لان كثافة الهواء هناك تغلبهُ فتحدث مجرًى سطحيًّا من القطبين نازلاً . اما سبب انخفاض البارومتر قرب عرض ٦٤° فسياتي الكلام عليهِ في الباب السابع . ولا يبعد انهُ في اعلى اعالي الجلد حيث يكون الهواء لطيفًا جدًّا يجري الهواء من النواحي الاستوائية الى القطبين بدون ان ينزل الى الارض عند عرض ٣٢° كما ترى (شكل ٤٠) غير ان اكثر الهواء يدور كما يُظَنُّ على ما تقدَّم كما ترى شكل ٣٨

(١٥١) المواسم . من الرياح التجارية ما هو منتظم تمامًا وهو ما كان في اواسط البحور ومنها ما هو متقلّب وهو ما كان في تخوم القارات ولا سيما في الاوقيانوس الهندي ومن اشهر تلك الرياح هي المواسم تهبُّ هناك دائمًا في نصف السنة البارد

اي من تشرين الاوّل الى اذار كسائر الرياح التجارية في نصف الكرة الشمالي ثم تنقلب تمامًا في نصف السنة الحار اي من نيسان الى ايلول فتهبُّ من الجنوب الغربي

(١٥٢) علّة المواسم . علتها فعل حرارة الشمس في قارة اسيا فان اليابسة في جنوبي اسيا تسخن صيفًا اكثر من الاوقيانوس الهندي قرب خط الاستواء فياتي الهواء البارد منهُ الى اليابسة ويحلُّ محلّ الصاعد منها متلطفًا بالحرارة ولانهُ ياتي من اعراض قريبة الى خط الاستواء تكون سرعة حركتهِ شرقًا اعظم من سرعة حركة الاعراض التي ياتي اليها ومتى تركبت حركتهُ هذه مع الحركة الجنوبية التي تحصل من تاثير الحرارة يصير ريحًا شمالية غربية ويمرُّ على سلسلة الجبال الشامخة شمالي هندستان فيتكاثف بخارهُ ويهطل مطرًا غزيرًا فيظهر مقدار عظيم من الحرارة المختفية فيزيد تمدُّد الهواء المحيط بتلك الدائرة ويزيد قوة المجرى الجنوبي الغربي على كيفية سياتي شرحها في الباب السادس . وفي الشتاء يسخن الاوقيانوس اكثر من اليابسة في جنوبي اسيا فيجري الهواء منها نحو خط الاستواء وهو الريح الشمالية الشرقية الاعتيادية من الرياح التجارية

(١٥٣) تاثير الفصول . وتشاهد اشباهُ ما ذُكر من الظواهر في كل جهات الارض على شطوط القارات وذلك لان القارات تبرد اكثر من البحور شتاء وتسخن اكثر منها صيفًا فتهبُّ الرياح منها الى البحور صيفًا ومن البحور اليها شتاء وذلك يغيّر جهة الريح الغالبة ففي نانتيكت تهبُّ الريح من الشمال الغربي شتاء ومن الجنوب الغربي صيفًا وفي ولاية نيويورك تميل على المعدّل في الصيف ١٨° جنوبًا عن مهبّها في الشتاء ويزداد التغيّر كلما تقدّمت جنوبًا فمعدّل جهتها في واشطون هو الشمال الغربي في الشتاء والجنوب الغربي في الصيف ومعدّلها في اماكن كثيرة على سواحل فلوريدا الجنوب صيفًا والشمال شتاء فيحدث منها رياح موسمية ظاهرة

وتشاهد اشباههُ ايضًا في الولايات المتحدة على ريف الاوقيانوس المحيط فان الريح في سان فرنسيسكو تاتي غالبًا من الشمال الغربي شتاء والجنوب الغربي صيفًا وتدوم كالرياح التجارية في المنطقة الحارّة وفي سان دياكو على عرض ٣٢° ٤٢′ تهبُّ اكثر السنة من الجنوبي الغربي غير ان الرياح الشرقية تكثر هناك في الشتاء وقد يكون معدّل جهة رياحها الشمال الغربي مدّة شهر او شهرين .

(١٥٤) نسيم البرّ ونسيم البحر . ان اختلاف الحرارة اليومي يؤثّر في جهة الريح كما يظهر من نسيم البر ونسيم البحر الغالبين على السواحل ولا سيما في المنطقة الحارّة وسبب ذلك هو ان البر يسخن نهارًا قبل البحر ويبرد ليلاً قبلهُ وفي الصباح يسخن الهواء الماسّ اليابسة فيرتفع وياتي مكانهُ هواء من البحر فيحدث من ذلك نسيم البحر وهو يبتدئُ في الصيف الساعة الثامنة صباحًا ويبلغ اشدَّهُ وقت

اعظم الحرارة ويهجع عند الغروب . وفي الليل تبرد اليابسة قبل البحر فيجري نسيم منها الى البحر وهو نسيم البر ويبلغ اشدَّهُ وقت اقل الحرارة وكلا النسيمين لا يتجاوز الساحل الاَّ قليلاً . وان لم تعمل علَّة اخرى في احداث الريح تكون جهة هذين النسيمين عمودية على الساحل والاَّ فجهة الريح هي ما يحصل من تركبها مع نتيجة تلك العلَّة

(١٥٥) نسيم البحر في المنطقتين المعتدلتين . ان اختلاف الحرارة اليومي في المنطقتين المعتدلتين يؤثّر في جهة الريح الغالبة بتغييرهِ جهتها وقد يعكسها تمامًا فان معدَّل جهة الريح في نيوهافن يميل وقت الظهر طولَ السنة ٢٠° جنوبًا عن معدَّل جهتها عند شروق الشمس حتى يبلغ الفرق بين المعدَّلين ٣٥° من اذار الى ايلول . وقد يبقى ميل الريح جنوبًا وقت الظهر شهرًا كاملاً بدون استثناء من جرى التاثير المذكور فيها وكثيرًا ما يبلغ الفرق بين الصبح والظهر ١٨° بان تهبّ الريح من الشمال عند شروق الشمس ومن الجنوب عند الظهر وقلما يُشاهَد ذلك في غير الايام الصافية الجوّ الحسنة الطقس ومن ذلك يُستدَلُّ على انهُ لم ينتج عن نوء مقبلٍ

(١٥٦) حرارة الريح . حرارتها متوقّفة على مهبّها والاماكن التي سارت فيها فلذلك ترى الرياح الجنوبية في نصف الكرة الشمالي حارَّة في الغالب والشمالية باردة اما نقطتا الافق الموافقتان اعظم البرد والحرّ فكثيرة الاختلاف وقد وضعنا الجدول الآتي لاظهار زيادة حرارة ريح او نقصانها عن معدَّل حرارتها في نيوهافِن كما استخرِج من رصود سنين عديدة وهو

الريح	الحرارة	الريح	الحرارة
ش	–٧°٣	ج	+٣°٣
ش شرقية	–٦°٠	ج غ	+٠°٤
شرقية	+٥°٠	غ	–١°١
ج شرقية	+٣°١	ش غ	–٥°٤

فاذا دُلَّ على هذه الاختلافات بفصلات خط منحنٍ فلنا شكل ٤١ وهو يدلُّ على ان اشدَّ الحرارة هو في الريح التي تهبُّ من ٣٣° جنوبي الغرب واقلها في ريح تهبُّ من ٤٠° شماليّ الغرب ومعدَّل الفرق بينهما ٨°٧ . وفي اماكن كثيرة من اوربا تهبُّ ابرد الرياح من شرقي الشمال قليلاً واحرُّها من غربي الجنوب قليلاً

شكل ٤١

(١٥٧) الريح الحارَّة في الصحاري . هي ريحٌ جافَّة حارَّة جدًّا تهبُّ احيانًا في صحاري افريقيا وبلاد العرب فتثير الرمال وتحملها مسافةً شاسعةً ويسميها العرب السَّموم وغيرهم الحارة وغيرهم غير

ذلك بلسان بلادهم ويحرق بها النبات ويقاسي الانسان والحيوان عذابًا اليمًا من حرّها وجفافها وطالما أماتت رمالها قوافل باجمعها وقد تجاوز الرمال المذكورة البحر المتوسط فتسقط على اسبانيا وسيسيليا وايطاليا وتعرف السموم عندهم بالشروق والثرمومتر يرتفع بها الى ١١٠° في الظل احيانًا في سيسيليا



شكل ٤٢

(١٥٨) الرياح الباردة من الجبال . تمتاز رياح بعض الاماكن الجبلية بوطوء درجة حرارتها وبجفافها ايضًا في الغالب كالرياح الغربية التي تمرّ على الجبال الصخرية في اميركا الشمالية فانها تبرد بارتفاعها فتسقط رطوبتها على غربي تلك الجبال وتاتي شرقيها باردةً فلذلك لا يقع مطر على شرقي الجبال الصخرية الاّ نادرًا ولا تعيش المغروسات هناك ما لم يسقها الاهالي . وكذلك رياح الجبال الشامخة في اميركا الجنوبية كجبال انديس فان بين سلسلتين عظيمتين منها بقعة على عرض ١٦° ج يقال لها بونوس علوها ١٢٠٠٠ قدم وطولها نحو ٥٠٠ ميل وعرضها ١٠٠ ميل (شكل ٤٢) فبيما تمرّ الرياح التجارية على السلسلة الشرقية تهبط درجة حرارتها جدًّا ويتحوّل كل بخارها تقريبًا الى مطر وثلج ثم تنحدر باردة وجافّة جدًّا الى السلسلة الغربية مارّة بالبقعة المذكورة واذا اصابت جيف الحيوانات هناك يبّستها وصيّرتها كالموميا بدون ان يظهر عليها شيء من علامات الفساد . قال المؤرّخ بريسكوت ان اهل بيرو القدماء كانوا يحفظون جثث امواتهم زمانًا طويلاً بمجرّد عرضها على ذلك الهواء البارد الجاف المنحدر من الجبال

الباب الخامس

في تكاثف بخار الماء واسقاطهِ

الفصل الاوَّل

في النَّدى

(١٥٩) تأثير اشعاع الحرارة. كل الاجسام تشعُّ حرارة الى الجوّ فاذا اشعَّت اكثر مما تكتسب هبطت درجة حرارتها عن حرارة الهواء المحيط بها كما يظهر من وضع عدَّة ترمومترات على مواد مختلفة على الارض وتعليق أُخرَى في الهواء على اعالٍ متفاوتة ثم مقابلة هذه بتلك كل ساعة فانهُ من مداومة تلك المقابلات بتدقيق عدَّة سنين في كرينويج قد تبيَّن انهُ اذا وُضع الترمومتر منكشفًا للهواء على العشب فحرارتهُ تهبط ١٠ درجات في الغالب عن حرارة آخر معلق على علو اربعة اقدام عن الارض وقد هبطت ١٥° ونيف في تسع ليالٍ وهبطت مرَّةً ٥'٢٨° في ترمومتر موضوع على صوف عن حرارة آخر معلَّق على علو ٨ اقدام عن الارض

وكذلك الارض فانها تشعُّ من حرارتها ليلاً ونهارًا الى الجوّ كيفما كانت حالتهُ غير ان ما تشعهُ من الحرارة هو اقلُّ غالبًا مما تكتسبهُ من الشمس مدَّة شروقها عليها ما عدا الاماكن المحجوبة عن الشمس المنكشفة لجانب عظيم من الجوّ فانها تشعُّ اكثر مما تكسب من الشمس وغيرها من مصادر الحرارة ولذلك قد تبقى حرارة العشب اقل من حرارة الهواء نهارًا وليلاً وقد بلغ الفرق بينهما ١٠° في نصف النهار

(١٥٩) تأثير الانكشاف للجو بعض الانكشاف. كل ما يحول بين الجو وجسمٍ فيقلّل انكشافهُ

له ينقص هبوط حرارة ذلك الجسم عمّا كان يهبط اليهِ لو لم يكن الحائل كما يظهر اذا بسطت ملاة من جوخ ولو على علوٍّ عن سطح الارض فان حرارة ما تحتها تبقى فوق حرارة غيرهِ ممّا ليس بمحجوب ولأرق الاقمشة تأثير ظاهر في ذلك وكذلك الاشجار والابنية وكل ما يحجب بعض الجوّ والغيوم لانها بمثابة حاجب اصطناعي ويؤيد ذلك ممّا ظهر في رصود كرينويج من وضع الثرمومتر على الارض منكشفًا للجوّ ووضع آخر على ارتفاع اربعة اقدام عن الاوّل فكانت حرارة الاوّل تحت حرارة الثاني

في الليالي الصافية	٩°٣
في الليالي القليلة الغيم	٧°٣
في الليالي الكثيرة الغيم	٦°٨
في الليالي المطبقة غيمًا	٣°٤

(١٦١) الاشعاع عن مواد مختلفة . درجة حرارة ثرمومتر على مادّة هي غير درجة حرارة آخر على مادّة اخرى في ليلةٍ واحدة فانهُ اذا هبط ثرمومتر موضوع على الحشيش ١٠° عن ثرمومتر آخر على ارتفاع اربعة اقدام عنهُ يهبط ثرمومتر على صوف ١٢° او ١٥° عنهُ وعلى نحاس ٨° وعلى قرطاس ٦° وعلى أجرّ ٣° او ٤° . وقد وضعنا معدّل الاشعاع لمواد كثيرة في احد الجداول الخاتمة للكتاب وعبّرنا بالاعداد هناك عن قوة تلك المواد على الاشعاع بنسبة بعضها الى بعض

(١٦٢) ارتفاع درجة الحرارة بزيادة الارتفاع عن سطح الارض . ان نقصان الحرارة بالاشعاع ليلاً ظاهر جدًّا على علو ٥٠ قدمًا ولا يتناهى على علو ١٥٠ قدمًا كما ظهر من تعليق ثرمومترات على اعالٍ متفاوتة بين قيراط او قيراطين و ٢٠٠ قدم عن سطح الارض فحرارة الهواء اذًا تزيد ليلاً بازدياد الارتفاع عن سطح الارض وقد ظهر بعد رصد سنة كاملة في بلاد الانكليز انهُ اذا وُضع الثرمومتر مكشوفًا للجو على عشب وفُرِضَت درجة حرارتهِ صفرًا

فثرمومترا على منهُ قيراطًا واحدًا تكون حرارتهُ اعلى ٣°

وثرمومتر	" " ٦ قراريط	" " "	٦°
"	" " قدمًا واحدًا	" " "	٧°
"	" " ١٢ قدمًا	" " "	٨°
"	" " ٥٠ قدمًا	" " "	١٠°
"	" " ١٥٠ قدمًا	" " "	١٢°

ولم يزل الفرق ظاهرًا على اعلى مما ذُكِر

(١٦٣) الندى . هو بخار الهواء يتكاثف كما مرّ (ع ٩٩) على الاجسام التي على سطح الارض

او التي بقربهِ كالعشب وورق الشجر ونحوهما بعد انخفاض حرارتها با لاشعاع حتى تصير تحت درجة الندى . وتتوقف كمية الندى على مقدار انخفاض حرارة الاجسام التي يتجمع عليها فهي مناسبة لهُ فالندى اذًا يتكوَّن من تكاثف بخار الماء الذي في الهواء عند ملامستهِ ما هو ابرد منهُ ولا يقع وقوعًا كالمطر كما ظنَّ . وكل رطوبة الارض في بعض البلدان ولاسيما في بعض نواحي مصر وبلاد العرب هي ما تكتسبها من الندى

(١٦٤) الظروف الموافقة حلول الندى . ان اكثرها موافقةً لهُ هو ما وافق نقصان الحرارة با لاشعاع وهي

اولاً ليلٌ صافٍ وانكشاف تام للجو فان الندى يتبدَّد حالاً اذا وُجِد غيم لانهُ يعكس الحرارة التي تشعها الارض اليها وكذا كل غطاء مهما دقَّ نسيجهُ فلذلك ترى الندى اقل كثيرًا على النبات القريب الى الابنية او الذي تحت الاشجار مما على النبات المكشوف للسماء

ثانيًا هواءٌ ساكن فانهُ اذا هبَّ النسيم هبوبًا لطيفًا بحيث يبدل الهواء الذي قد اسقط رطوبتهُ بما لم يسقطها يتكاثر الندى لما هو ظاهر واما اذا اشتدَّ النسيم فيحرّك الهواء ويخلط طبقاتهِ بعضها ببعض فتتساوى الحرارة في كل اجزائهِ فلا يبرد ما لامس سطح الارض منهُ كثيرًا عما فوقهُ فيحدث ندى قليل . فالندى اذًا قليل في الليالي التي تهب الريح فيها

ثالثًا هواءٌ رطب . فان الهواء الكثير الرطوبة تهبط حرارتهُ حتى تبلغ درجة الندى قبل ما يبلغها غيرهُ فيبتدئُ حدوث الندى حينئذٍ فالندى الكثير دليل على قدوم المطر لانهُ يدلُّ على بخار كثير في الهواء . [الاَّ اذا سكن الهواء تمامًا لانهُ عندئذٍ ذلك يقوم الندى الغزير مقام المطر في تفريغ رطوبة الهواء]

رابعًا اجسام جيّدة للاشعاع وغير جيّدة للايصال ليُجمَع الندى عليها . فان بين الاجسام تفاوتًا في تجمُّع الندى عليها ولو كشفتها السماء كلّها كشفًا واحدًا ولذلك يتكوَّن ندًى كثير على الصوف بخلاف المعادن الصقيلة لان الصوف مشعٌ جيّد وموصل غير جيّد للحرارة واما المعادن فتوصل جيدًا ولذلك لا يتجمَّع الندى عليها الاَّ بعدما تهبط الحرارة في كل اجزائها . واذا وضعت صفيحتين مصقولتين الواحدة من زجاج والاخرى من فولاذ بحيث تكشفهما السماء في ليلة توافق الندى رأيت صفيحة الزجاج في الصباح مخضلة بالندى وصفيحة الفولاذ لم يكدر لمعانها بالندى الاَّ قليلاً وذلك لان الزجاج اصلح من الفولاذ لاشعاع الحرارة واردأُ منها لايصالها فلا يأْخذ من حرارة الارض الاَّ قليلاً فقط عوضًا عما اشعهُ بخلاف الفولاذ فانهُ لجودتهِ في الوصل ياخذ حالاً من حرارة التراب الذي تحتهُ

(١٦٥) الندى نهارًا . يبتدئُ حدوث الندى قبل الغروب ويبقى كلَّ الليل اذا بقيت

الاحوال مناسبة له ويكثر بعد نصف الليل وقد يبقى الى بعد الشروق وقد يتكوَّن في نصف النهار في بعض الاماكن المحجوبة عن شعاع الشمس والمنكشفة للسماء

(١٦٦) الاماكن التي لا يتكوَّن الندى فيها . هي سطوح قطع متّسعة من الماء اذا كانت درجة حرارتهِ فوق ٤٠° لانهُ حالما تبرد دقائق سطحهِ تثقل فتهبط ويصعد الى مكانها دقائق احرّ واخفّ منها فلذلك تبقى حرارة سطحهِ على درجة حرارة الهواء المحيط بهِ تقريبًا . واواسط الصحارى فان الندى لا يُعرَف فيها الّا نادرًا لجفاف هوائها حتى ان الذين يجوبون صحارى افريقيا واسيا اذا شاهدوا ندًّى فيها علموا انهم قد دنوا من بحيرة او نهر . والندى قليل في المدن لان اكثر الاجسام التي فيها تشعّ من الحرارة اقل مما تشعّ اوراق النبات ولان حرارة المدن هي دائمًا اعظم من حرارة البر والاعراء

(١٦٧) تعيين كمية الندى . قد حاولوا تعيينها لسنة واحدة على طرق شتى في بلاد متعدّدة منها انهم عرضوا صفيحة زجاج او نحوهِ على الجوّ ثم وزنوا الندى الذي تكوَّن عليها وزنًا مدققًا . كذا عيّنوا كمية الندى السنوية في ايطاليا وجنوبي فرانسا اكثر قليلاً من ربع القيراط غير ان ذلك التعيين قلّما يعوَّل عليهِ لعظم اختلافهِ باختلاف قوة الصفيحة على الاشعاع واختلاف وضعها ايضًا

الفصل الثاني

في الصقيع

(١٦٨) تكوُّن الصقيع . يتكوَّن الصقيع اذا وافقتهُ الاحوال المناسبة للندى خلا انهُ يحتاج الى حرارة اوطأ فاذا هبطت حرارة النبات الى تحت ٣٢° تجمّدت عليها رطوبة الهواء جامدةً فتراها طبقةً من جليدٍ كالاسفنج فالصقيع هو رطوبة الهواء تجمد بدون ان تتحوَّل الى السيولة لا الندى جامدًا . ويتجمَّع الصقيع كالندى على الاجسام الجيدة للاشعاع كالعشب واوراق الخُضَر ولا سيما على الاوجه المتجهة منها الى السماء

وقد يبرد النبات بالاشعاع حتى تهبط حرارتهُ من ١٣° الى ١٥° عن حرارة الهواء المحيط بهِ فيتكوَّن الصقيع عليهِ وحرارة الثرمومتر فوق ٣٢° معلقًا على علو بضعة اقدام عنهُ وعلى ذلك اذا هبط الثرمومتر الى ٣٦° معلقًا على علو ٦ اقدام عن الارض وكان الليل صافيًا هادئًا نتوقَّع حدوث صقيع

كثيف وان هبط الى ٤٧° فحدوث صقيع خفيف

(١٦٩) كيفية وقاية النبات من الصقيع . كل ما يمنع اشعاع الحرارة يمنع تكوين الصقيع فلذلك لا يضر الصقيع بالاعشاب النامية تحت الاشجار كما يضر بالمكشوفة للسماء في ليالي الربيع الباردة فاذا بُسِط على مزروع غطاء رقيق من قماش اوقش دفع ضرر الصقيع عنهُ وهذا هو ما يدعو الى اضرام النار بين المغروسات في حقل لان دخانها يحيط بالمغروسات فيقيها شرّ الصقيع وكالدخان الضباب والغيم ايضاً

(١٧٠) الصقيع في الاودية . تصقع الاودية كثيراً فييبس ما فيها من العشب وما ينمو على جوانب التلال المحيطة بها حتى تصل الى علو مفروض ومن ثمَّ يرتفع الضرر وقد وجد بالمراقبة انهُ اذا عُلّق ترمومتر على برج عالٍ في وادٍ فمعدَّل حرارتهِ يساوي معدَّل حرارة ترمومتر آخر معلّق بجانب تلّ مجاور بماثلهُ ارتفاعاً وهذا دليل على ان الهواء الذي يبرد باشعاع حرارتهِ يستقرُّ في الليالي الهادئة في الاودية بسبب زيادة كثافتهِ وان الهواء الحار والبارد يتنضَّدان طبقاتٍ افقية تقريباً كما تتنضَّد السوائل المتفاوتة الكثافة

(١٧١) تبلور الصقيع. الصقيع متبلور وبلوراتهُ على شكل ابر طويلة منشورية ذات ستة اضلاع بين كل اثنين منها زاوية ١٢٠° اكملها يشاهد في ما يتكوَّن من الصقيع على سياج او ورق الشجر المتناثر ونحو ذلك. واذا جمد ماء رقيق على سطح مستوٍ من زجاج او حجر صارت في الغالب ذا اشكال عديدة جميلة بعضها كورق النبات وبعضها كسعف النخل او ريش الطير وغير ذلك كما ترى شكل

شكل ٤٣



شكل ٤٤



٤٣ و٤٤ . وتراها على الحجارة المستوية الملساء في الماشي وعلى جرات الماء اذا كان برد واذا فحصتها حينئذٍ وجدت ان اكثرها على شكل ابرٍ متفاوتة الكمال . واعلم ان من الصقيع نوعاً آخر يتكوَّن اذا عقبت ريح حارَّة برداً شديداً ويشاهد على شكل بلورات دقيقة مرصَّعة حجار الابنية وانما يتكوَّن

عليها من وطوء حرارتها فتتكاثف رطوبة الهواء وتجمد عليها

الفصل الثالث

في الضباب

(١٧٣) تكاثف بخار الهواء . ان بخار الهواء شفّاف الاّ قليلاً او هو شفّاف تمامًا غير انهُ اذا برد الهواء لعلةٍ فصارت حرارتهُ تحت درجة الندى يتكاثف جانب من بخارهِ فيصير نقطًا صغيرة جدًّا فيظلم الهواء بها وتُسمّى ضبابًا او سحابًا حسب قربها الى سطح الارض او بعدها عنهُ . ويظهر ذلك اذا ضغطت هواء رطبًا في وعاء ثمَّ افلتّهُ بغتةً فانهُ يبرد بتمدّدهِ فيصير ضبابة لطيفة تزول في الحال برجوع البخار الى حالتهِ الاولى ورجوع النقط الى بخار . وكذلك اذا بخر وعاء فيهِ ماء غالٍ يختلط بخارهُ بالهواء البارد فيتكاثف قسم منهُ متحولاً الى ضباب وعلى ذلك يتكاثف بخار الهواء في الطبيعة فيصير ضبابًا غير ان التكاثف فيها اعظم واعمّ كما سترى . واعلم ان الضباب هو غير البخار فان الضباب سائل واما بخار الماء فغاز (فتسمية الضباب بهِ من باب تسمية الشيء بما كان عليهِ وذلك يوهم خلاف المقصود في هذا الفن كما لا يخفى) . ولذلك تسميتهُ بهِ ليست بجيّدة

(١٧٤) ضباب الانهر صيفًا . تضبُّ البحيرات والانهر في بعض فصول السنة ولاسيما في اواخر الصيف في الليالي الصافية الساكنة وذلك لان حرارة هواء اليابسة تهبط ليلاً عن حرارة البحيرات والانهر فيتكاثف البخار الذي يصعد منها بملامستهِ هواء اليابسة لانهُ ابرد منهُ فيتحوّل الى ضبابةٍ تراها مستقرّة على وجه الماء . وعلى ذلك اذا وقف ناظر باكرًا على قمة جبل في اشهر الصيف وكان الجوّ صافيًا والهواء ساكنًا يرى الاودية مغشاة بالضباب وكان الضباب انهر مثل انهر الماء وكذلك على البحيرات البعيدة التي تكاد لا تعرف مواقعها الاّ من الضباب عليها وحدها دون الاراضي التي حولها اما كون الضباب يتولّد من ملامسة الهواء البارد بخار ماءٍ احرّ منهُ فقد علم من الثرمومتر وذلك انهم وجدوا حرارة نهر كونكتيكوت ٧٣° بينما كان مغشّى بضباب كثيف في غداة يوم من تموز وكانت حرارة الهواء حولهُ ٦٨° . واعلم ان الضباب يزول بعد شروق الشمس بقليل وقد يصعد الى اعالي التلال من تاثير حرارتها فيستحيل هناك الى غيوم تزول بتزايد حرارة الشمس . وكثيرًا ما يتكوّن الضباب على الفُرَض والاجوان ونحوها للاسباب المتقدّمة فيذهب بهِ نسيم لطيف الى البر وعلى ذلك قد تنتشر ضبابة بحرٍ فوق مدينة في جوارهِ وتمتدُّ اميالاً على الاماكن المجاورة

(١٧٤) ضباب الانهر في الربيع والشتاء . قد تضب الانهر في الربيع اذا برد الماء اكثر من الهواء الذي حوله لكون الهواء حينئذٍ رطبًا حارًّا فيبرد بملامسته الماء البارد فيتكاثف جانب من بخاره . وقد يصير ضباب كثيف في وسط الشتاء اذا اتى هواء رطب حار بعد مطرة دافئة على ارض مثلوجة او لامس ارضًا مجلودة وكلما لامس بخار تربة رطبة هواء باردًا حدث ضباب في كل مكان وزمان على الاطلاق

ان جوانب الجبال تضب ايضًا اذا أُكرِه الهواء على الصعود من الاودية ملاصقًا لها وذلك لان بخاره يتكاثف بارتفاعهِ وملامستهِ جوانب الجبل التي هي ابرد منهُ

(١٧٥) اماكن الضباب . ان الاوقيانوس الاتلانتيكي خالٍ من الضباب من عرض ٣٠° ج الى عرض ٣٥° ش بخلاف الجانب الشمالي من تيَّار الخليج وهو كثير في سواحل نيوفوندلاند وليس لحدوثهِ فيها وقت معيَّن غير انهُ يغلب في الصيف فتراها حينئذٍ مظلَّلة بالضباب نحو نصف الاوقات وذلك من كثرة البخار في الهواء الحار الذي يتصاعد عن تيار الخليج ويلامس هواء السواحل البارد . هذا فضلاً عن كون اختلاف الحرارة بين الماء والهواء هناك متسارعًا اكثر مما في بقية الاماكن فان حرارة السواحل في تموز ٤٥° وحرارة تيار الخليج ٧٨° على ٢٠٠ ميل من السواحل وكذلك الاَّ قليلاً في كانون غير ان الضباب قليل حينئذٍ لكثرة اضطراب الهواء بالعواصف وذلك يسوّي الحرارة بين اجزائهِ على جانب عظيم من الاتلانتيكي . واعلم ان الضباب معتدل في ما وراء عرض ٣٠° على الاوقيانوس الاتلانتيكي غير انهُ في سواحل نيوفوندلاند اكثر مما في سائر اقسام الدنيا

(١٧٦) ضباب الجهات القطبية الخ . الضباب كثير في النواحي القطبية ولا سيما في الصيف لان حرارة اليابسة ترتفع حينئذٍ اكثر من حرارة الاوقيانوس الذي يبقى كثير منهُ جامدًا فيسخن الهواء الذي على اليابسة ومتى لامس الهواء البارد الذي على الماء يكثّف بعض بخارهِ فيصيّرهُ ضبابًا فلذلك يحيط ببلاد الانكليز ضباب كثيف في الشتاء وكذلك بما يجاورها وقد يظلم الجوُّ هناك من احتباك هذا البخار بدخان الفحم الحجري الذي يوقدونهُ بكثرة ومن شدَّة الظلام تتوقف الاشغال في نصف النهار عن السير وتبقى الانوار في شوارع لندن طول النهار ويجتنب الجولان في الازقة لتعاظم الخطر . وعلّة هذا الضباب الكثيف هي هبوب هواء حار من البحر على اليابسة الباردة

(١٧٧) الاماكن القليلة الضباب . هي الصحاري والمنطقة الحارة الاَّ ما وقع منها قرب الجبال والاَّ الجبال حتى التي على خط الاستواء فانها تبقى مكلَّلة بالضباب والسحاب اما قلَّة الضباب في الاماكن المذكورة فلان هواءها جاف جدًّا والضباب لا يحدث والهواء كذلك

ا ومن انواع الضباب نوع لهُ كل الاعتبار من جهة انبائهِ باقبال نوء وهو الحادث من قِبَل

ملامسة مجرى هواء بارد جاف مجرّى آخر دافئًا رطبًا الواحد جارٍ بجانب الآخر او فوقهُ فيشغل الضباب المساحة الهادئة بينهما فلا بد من حدوث بعض الاختلاط بينهما فالبارد الجاف يكثّف بخار الدافئ الرطب وعلى هذا النسق قد يمد لسان ضباب طويل ضيّق مئات من الاميال وكذلك يحدث بعد هبوب الريح من الجهة الجافَّة بقرب سطح الارض ثم يُرى تغلُّب الريح من الجهة الرطبة في الاعالي مدلولاً عليهِ بالسحب البيض الخفاف مثل اذناب الخيل او جزات الصوف فمن اختلاط المجريين يتكوَّن ضباب دال على اقترابهِ نوءٌ]

(١٧٨) الراي الحويصلي . دقائق الضباب هي دقائق سائلة كثافتها نحو ٨٠٠ مرّة كثافة دقائق الهواء ولا تزال مع ما بها من الثقل عائمة في الجوّ وقد علَّل العلماء عن هذه القضية العسرة تعاليل شتى منها ما ذهبت اليهِ جماعة وهو ان دقائق الضباب مجوَّفة كل واحدة منها كُرَية هواء مغلَّفة بغلاف رقيق من الماء مثل فقاعة رغوة الصابون وهذا هو الراي الحويصلي

(١٧٩) البرهان من منظر الضباب. قد فحص البعض دقائق الضباب حال تولدها من بخار ماء سخن فوجدوا على سطحها حلقات ملوَّنة كالحلقات التي تُرى على فواقع رغوة الصابون فاستدلوا من ذلك على ان تركيبها كتركيب الفقاقيع المذكورة وحملوا الضباب الطبيعي عليها وتعليل ذلك هو ان الماء يحوي هواء فمتى سخن تمدَّدت دقائق الهواء وصعدت الى وجه الماء حيث تستقرُّ في الغالب مغلَّفةً بغلاف رقيقٍ منهُ ولذلك تظهر عليهِ الحلقات الملوَّنة التي تظهر على فقاقيع رغوة الصابون . غير انهُ ليس لنا دليل على صحة التعليل المذكور ولا يُعرَف عن اصل الضباب الّا انهُ يتكوَّن من بخار الماء الذي يكون في الهواء على هيئة غاز واما صيرورة هذا البخار حويصلات عند عودهِ الى السيولة فما لا برهان لنا عليهِ

(١٨٠) البرهان من عدم ظهور قوس قزح . قال بعضهم ان عدم ظهور قوس قزح على الضباب المتوسط بين الناظر والشمس برهان على ان دقائق الضباب ليست كراتٍ مصمَّتة من الماء لان القوس المذكورة تتولَّد من اندفاع نور الشمس عن قطرات الماء الساقطة وهي كرات ماء ملآنة وقد تمسَّك بهِ اصحاب الراي الحويصلي حجة لهم وهي منقوضة بانهُ اذا صغرت الكريات جدًّا كما في كريّات الضباب فلا بد من تكوين قوس قزح بها وانما تكون الوانها عريضة جدًّا فيظهر نورها ضعيفًا وفضلاً عن ذلك اذا تفاوتت اقطار الكريات في الطول والقصر تفاوت عرض الوان القوس ايضًا فتتراكب بعضها على بعض وتختلط فيندفع النور عنها ابيض تقريبًا في هيئة قوس خفيّة بيضاء الّا قليلاً هي قوس الضباب ويراها الناظر على كل ما تقدَّم من الاوصاف عرضها مضاعف عرض قوس قزح . فعدم ظهور قوس قزح اعتيادية لا يثبت الراي الحويصلي وحدوث القوس

الضبابية البيضاء يناقضهُ

(١٨١) البرهان من تركيب الغيم . تركيب الضباب وتركيب السحاب واحد على ما يظهر فان تكوّن الغيم على درجة واطئة من الحرارة كانت دقائقهُ جامدة مؤلَّفة من ابر جليدية تكوّن كسف الثلج بانضامها بعضها الى بعض فان كانت الغيوم التي تتأَلَّف من الابر الجليدية تبقى عائمة في الجوّ ساعاتٍ واياماً ولا شيء فيها من التركيب الحويصلي فلا داعي الى هذا الراي للتعليل عن عوم الغيم والضباب في الهواء

(١٨٢) كيفية عوم الضباب في الهواء . عوم الضباب في الهواء هو مثل عوم الهباء الذي يبقى محمولاً فيهِ زماناً طويلاً مع ان كل دقيقة منهُ اكثف ٢٠٠٠ ضعف من دقيقة من الهواء نعم ان الهباء يتساقط الى الارض عند سكون الهواء غير ان تساقطهُ بطيء جدًّا ولا يُشعَر بهِ الّا بعد وقت طويل

(١٨٣) قطر دقائق الضباب . قطرها مختلف جدًّا فمنها ما قطرها على غاية الصغر فلا تراها العين مفردةً وانما مجموعها تؤثّر في حاسّة البصر ومن هناك يتزايد حتى تتساقط من الهواء مسرعة فتسمّى مطرًا . وقد قدّروا قطر اصغر ما يُرَى من الضباب $\frac{1}{180}$ من القيراط واذا بلغ قطرها $\frac{1}{80}$ من القيراط نزلت على هيئة المطر

(١٨٤) صيف الهنود . من الحوادث الجوّية ما يُسمّى الضباب الجاف وهو كثير في الولايات المتحدة في تشرين الثاني او في اواخر تشرين الاوّل ويُعرَف ذلك الوقت عندهم بصيف الهنود ويمتاز بتكدير الهواء واحمرار الجو وانقطاع المطر واعتدال الحرارة والظاهر انهُ مسبَّب عن جفافٍ وسكون في الهواء فيوعب الغبار ودخان الوقيد الكثير فيدكن الى ان ينزل مطر فينجلي من تلك الشوائب كلها . وكثيرًا ما يشاهد هذا الحادث في اواسط اوربا ولايختص جفاف الهواء وسكونهُ بفصل دون آخر فان احوال الهواء في ايام اليبوسة التي تحدث في الصيف هي كالاحوال المتقدّم ذكرها

(١٨٥) رماد البراكين وغيرهُ . قد يستمرُّ الضباب الناشف عدَّة اسابيع حتى يعمّ جانبًا عظيمًا من الارض وتظهر لها خصائص غريبة وقد علّلوا عنهُ برماد دقيق جدًّا ويمكن ان يكون مع الرماد دقائق مواد غير معروفة على الارض

حدثت ضبابة منهُ سنة ١٧٨٢ وبقيت منتشرةً على اوربا اكثر من شهر وكان قد هاج قبلها بركان هكلا في ايسلاندا هيجانًا عنيفًا وقذف دخانًا كثيفًا زمانًا طويلاً . وحدثت اخرى مثلها سنة ١٨٢١ وانتشرت على الولايات المتحدة واوربا حتى بلغت حدود افريقيا فاظلم بها الهواء حتى كان يمكن ان يُنظَر الى عين الشمس طول النهار بدون استخدام زجاج ملوَّن وكان منظرها في الليل منيرًا فصفوريًا وكان لها نورٌ ذاتي ظاهر حتى لم ينسبهُ احدٌ الى النجوم

الفصل الرابع

في الغيم

(١٨٦) الغيم هو الضباب اذا ارتفع عن سطح الارض فتُسمَّى الضبابة سحابة اذا كانت على قمة الجبل والسحابة ضبابة اذا كانت على سطح الارض

(١٨٧) في انواع الغيم. للغيم اشكال لا ياخذها العدُّ لكثرتها (ولها عند العرب اسماء كثيرة) وقد جمعها علماء هذا الفن في ستة اقسام ثلثة اصلية وثلثة فرعية فمن الاصلية السرُّس (ويسمّيهِ العرب الطخارير واحدتهُ طخرور) وهو ضرب من السحاب على شكل خيوط طويلة مستدقّة متوازية اوغير متوازية منظرها مثل كوكة قطن قد تكهربت خيوطها فتدافعت جدًّا. وهو اقل الغيوم كثافةً واعظمها ارتفاعًا واكثرها شكلاً واوّلها ظهورًا في الغالب بعد صحوٍ وقلّما يخلو الجوُّ منهُ في طقس حسن ويظن انهُ مركَّب من ابر جليد او كسف ثلج سابحةٍ في الهواء على علو عظيم حيث الحرارة تحت ٣٢° في وسط الصيف . وفيهِ تظهر الهالة والشموس الكاذبة من اندفاع النور عن مناشير جليد دقيقة . وقد سماها النواتي اذناب الخيل

(١٨٨) الكمُولُس اي الكومة . ومنها الكمولس (هو الركام) وهو ضرب من الغيم على شكل نصف كرة محدَّب قاعدتهُ افقية وهو اكثف من السرُّس كثيرًا ويتكوَّن في الهواء السفلي في ايام الصحو بعد شروق الشمس ببضع ساعات ويتكاثر الى ان يبلغ حرُّ النهار اشدهُ ويزول نحو الغروب وكثيرًا ما يظهر في الافق مثل قطع من الجبال مكسوةً بالثلج فيُسمَّى قلعًا . اما استدارة راسهِ فمسبَّبة عن طريقة تكوينهِ فانهُ متى اسخنت الشمس الارض صعدت عنها مجاري هواءٍ حارٍّ الى ان تبلغ علوًّا مفروضًا فيتكاثف قسم من بخارها فتتكوَّن غيمة ولكون الحركة الصاعدة اشد تحت مركز الغيمة فيرتفع البخار هناك الارتفاع الاعظم فتستدير وعلى ذلك تتكوَّن ضبابة مستديرة اذا افلت البخار من باخرةٍ وكان كثيرًا ولاسيما اذا كان الهواء رطبًا

(١٨٩) ومنها الستراتُس اي الصفيحة وهو ضرب من الغيم ينبسط في طبقات افقية ويطبق الجو في الغالب والأمتُ قليل فيهِ اي ان كثافة اجزائهِ متساوية تقريبًا وهو اوطأ الغيوم وقد ينزل الى سطح الارض

(١٩٠) الاقسام الفرعية . هي مركبة من الاصلية وهي السرّوكمولس (من سرّوس وكمولس وقس عليهِ ما بقي وهو النمِر؟ وهو قطع غيوم مستدبرة بعضها متدانٍ من بعض وتُسمَّى (عند الافرنج) غيوماً صوفيَّة لشبه منظرها بجزّات الصوف وتكثر في ايام الحر والجفاف صيفًا

والسرّستراتُس وهو ضرب من الغيم مؤلَّف من الياف مستدقَّة منبسطة في طبقات افقية او مائلة على الافق قليلاً والظاهر انهُ يتكوَّن من ترتُّب خيوط السرّس في طبقات افقية وقد يغشى وجه السماء على شكل تمير بعض الاسماك (فيسميهِ بعض العامَّة غسيل بنت السلطان) وهو يسبق الريح والمطر ويكاد الجو لا يخلو منهُ في خلال الانواء

والكمولُس ستراتس وهو كمولس مختلط بستراتُس ويتكوَّن بين اوَّل ظهور الكمولُس الصوفي واوَّل المطر وكثيرًا ما يشاهد على غاية الجمال عند قدوم نوءٍ رعدٍ ومنهُ الراعدات وهي التي يظهر بها في النوء المذكور. وكل هذه الاشكال تراها مرسومة في الصورة الثانية

(١٩١) افضل الطرق لرصد الغيم . اذا اردت ان تعرف شكل الغيوم فخفّف نورها ناظرًا اليها من زجاجة شديدة الزرقة او اعكِس صورها عن مرآة زجاجتها سوداء فترى فيها كثيرًا مما لا تراهُ بالعين المجرَّدة واعلم انهُ كثيرًا ما يطرأُ على السحابة تغيير عظيم في غضون انتقالها من جهة الى اخرى في الجوّ واذا أُمعِن النظر فيها وهي في سمت الراس كشف من دقائق خصائصها ما لا يكشف وهي في الافق . وقد زاد المعلم هوارد قسمًا آخر على الستة المذكورة آنفًا وسمَّاهُ كومولوسرّوستراتس اونمبوس وهو غيم المطر غير انهُ لقرب المشابهة بينهُ وبين السرّستراتس لا يُعدُّ قسمًا براسهِ

(١٩٢) معدَّل التغييم. الغيوم تزيد في صقعٍ عن آخر فان معدَّل الايام المغيمة في نيوانكلاند هو $\frac{٥٢}{١٠٠}$ في السنة وفي الولايات الجنوبية $\frac{٤٧}{١٠٠}$ ولا ينقطع التغييم الَّا نادرًا في بعض الاماكن القريبة الى خط الاستواء الواقعة بين الرياح التجارية من الجنوب الشرقي والجنوب الغربي . وفي جزيرة مامر هيلانة على ارتفاع ١٧٦٤ قدمًا يكسو الغيم الجو $\frac{٨٩}{١٠٠}$ السنة وقلَّما تفارق الغيوم رؤُوس الجبال الشامخة هناك . وفي بريطانيا العظمى $\frac{٧٠}{١٠٠}$ في السنة وفي بومباي $\frac{٣٦}{١٠٠}$ وفي ساكرمنتو من كليفورنيا $\frac{٣١}{١٠٠}$

(١٩٣) ارتفاع الغيم . يقاس ارتفاعهُ على طريقة قياس ارتفاع الاشباح التي لا يتوصَّل اليها اي برصد جهتها من محلين في وقت واحد والاحسن ان يقاس بالصعود في بلون وتدوين ارتفاع البارومتر عند اوَّل الدخول الى الغيمة واوَّل الخروج منها فيحسب ارتفاعها من ذلك وقد بلغوا بهذه الطريقة قياسات ادق مما بلغوهُ بتلك . ولك طريقة اخرى تُستعمَل في بلاد ذات جبال وهي ان يقاس ارتفاع الغيمة بالمقابلة بينها وبين راس جبل علوهُ معروف وذلك متى ساقت الريح السحابة اليهِ

واعلم ان ارتفاع الغيوم متفاوت جدًّا ولا يجري على معدَّل واحدٍ اذا اختلفت الاماكن غير ان

الستراتُس كثيرًا ما ينزل الى سطح الارض والكمولس يرتفع عنهُ في إيام الصحو حتى يبلغ حدهُ السفلي من ٣٠٠٠ الى ٥٠٠٠ قدم ارتفاعًا وحدهُ الاعلى بين ٥٠٠٠ و ١٣٠٠٠ قدم والسِّرُس يبقى مرتفعًا كثيرًا اذ لم يشاهد قط اوطأ من قمة الجبل الابيض اي ١٥٧٤٤ قدمًا عن سطح الارض وقد يشاهد الغيم اعلى من قمة جبل شيمبوراز وعلى ارتفاع ٢١٤٢٤ قدمًا وقد شاهدهُ كاي لوساك وكليشر جملة مرّات فوقهما كثيرًا وهما في بلون على ارتفاع ٣٣٠٠٠ قدم . واعلى ارتفاع الغيم لا يزيد عن عشرة اميال على ما خُمِّن عليهِ

(١٩٤) سمك الغيم العمودي . سمكهُ لا يزيد عن نصف ميل في ما سوى الكمولس فان سمكهُ قد يبلغ حدًّا عجيبًا . حُسِب ان اعاليهُ قد تبلغ ارتفاع اربعة اميال مع ارتفاع قاعدتهِ نصف ميل فقط عن سطح الارض

(١٩٥) تولد الغيم . ان البخار الذي يصعد عن الارض بحرارة الشمس يذهب في الهواء كل مذهب ويذهب بالاكثر صُعُدًا بما لهُ من قوة التمدُّد ويترتَّب في الهواء متناقصَ الكثافة من سطح الارض فصاعدًا . ولمَّا كانت حرارة الهواء تتناقص ايضًا من سطح الارض فصاعدًا فمتى تكاثر البخار على علو معلوم فربما تقصر الحرارة هناك عن ابقائهِ بخارًا لانهُ يزيد عليها فيعلها فيتكاثف بعضهُ فيصير غيمًا . وقد يُحمَل البخار حملًا الى علوٍّ عظيم على مجاري الهواء الصاعدة التي تنتج عن حرارة الشمس فيتحوَّل الى كمولس وعلى ذلك فكثيرًا ما ترى الجو في الصباح خاليًا من الغيوم ولا ياتي الظهر الَّا وقد اطبقهُ الكمولس

واعلم ان كل ما يبرّد الهواء الرطب يولّد غيمًا كما اذا اصابت ريح باردة هواءً رطبًا او ريح حارَّة رطبة هواءً باردًا فان الرطوبة تتحوَّل الى غيم ولذلك يظهر الغيم في اواخر نهار حار ولاسيما عقب المطر ويتزايد الليل كلهُ الى النهار التالي حتى تذيبهُ حرارة الشمس

(١٩٦) اكتناف الغيم رؤُوس الجبال . يكتنفُ الغيم في الغالب رؤُوس الجبال الشامخة ولو صحا الجو منهُ تمامًا وذلك من طبيعة توليد الغيم لا من جاذبية خصوصية بينهُ وبين الجبال فان الجبال تعارض الريح في هبوبها افقيًّا فتكرهها على الصعود بجوانبها ومتى بلغت الريح منها علوًّا حرارتهُ واطئة تبرد حتى تصير درجتها تحت درجة الندى فيتحوَّل بعض بخارها غيمًا.

شكل ٤٥

وللايضاح ليفرض ان ب س (شكل ٤٥) جبل معارض لمسير مجرى افقي من الهواء فيصعد الهواء قسرًا ملاصقًا جوانبهُ وليفرض ان د ي هو الحدّ الذي تتساوى عندهُ حرارة الهواء ودرجة الندى في المجرى المشار اليهِ فمتى ارتفع المجرى عن مساواة د ي تحوّل بعض بخاره الى غيمة حول راس الجبل ثم متى نزل عن مساواة د ي في الجانب المقابل من الجبل تذوب الغيمة بارتفاع درجة حرارتهِ على درجة الندى

ومن الناس من يندهش من تلبُّث الغيوم حول قمم الجبال مع هبوب الريح بشدَّة هناك زاعمين ان الريح لا تمس الغيوم وهذا خطأٌ فان الريح تذهب بالغيوم من هناك كجاري عادتها في كل الاماكن ولكنها لا تذهب بغيمة قبل ان يتكوَّن غيرها مكانها فترى الغيوم هناك ثابتة وهي دائمة التجدُّد . ويرى ما يشبه ذلك في الاراضي المطمئنة ايضًا اي يتكوَّن الغيم في جوّها ولا ينسحب اليها من وراء الارض سحابًا . او ما هو عكسهُ بان يطبق الغيم ثم يتقشع لا بكسح الريح لهُ بل بذوبانهِ من زيادة حرارة الهواء

(١٩٧) عَوْم الغيم في الهواء . دقائق الغيم اثقل من دقائق الهواء فلا بدَّ من هبوطهِ الى الارض رويدًا رويدًا اذا كان هدو واما اذا هبَّ النسيم فلا يصل الى الارض لانهُ يلتقي وهو نازل بطبقة هواء اسخن منهُ غير مشبعة بخارًا فيتحوّل اسفلهُ الى بخار فيزول وهذا هو السبب في كون قاعدة الكمولس افقية فان اجزاءهُ السفلى تتحوّل الى بخار بينما تزداد العليا بتكاثف البخار محمولًا اليها على مجاري هواء صاعدة فيظهر ارتفاعهُ عن سطح الارض ثابتًا

(١٩٨) مجارٍ في الهواء . يظهر غالبًا من سير السحاب ان في الهواء مجاري متعدّدة في جهات مختلفة وقد يظهر ان فيهِ مجاري متعاكسة فترى طبقةً من السحاب سائرةً في جهة الريح تقريبًا واخرى فوقها سائرة في خلاف جهتها وربما رأيت ثالثةً ورابعةً ايضًا وكلها سائرة في جهات مختلفة . وهي تشاهد بالاكثر عند ابتداء نوءٍ شديد او في اثنائهِ

شكل ٤٦

(١٩٩) نَظْم الغيم . قد يظهر الغيم على هيئات غريبة لا يمكن ان تكون وفاقيَّة وذلك ان السرّوكمولس قد يتجمَّع في حزم متقطّعة منتظمة في خطوط ممتدَّة من جانب الافق الى جانب آخر منهُ وقد تمتدُّ في جهات متوازية وكثيرًا ما تطبق الجوَّ ويظهر انها تتفرَّق من نقطة من الافق الى كل نواحي الجو ثم تلتقي في نقطة اخرى مقابل الاولى ويكون تفرقها بالاكثر من الجنوب الغربي الى الشمال الشرقي كما ترى (شكل ٤٦) . وتظهر الخطوط منحنية وذلك خطأٌ في البصر فانها متوازية بعضها لبعض وممتدَّة في جهة الريح غالبًا .

والمظنون انها موصلات لمجارٍ كهربائية وان الكهربائية هي التي تنظمها النظام المذكور

(٣٠٠) ظل الغيم . اذا اطبق غمام كثيف فقد تظهر صورٌ البيوت والاشجار مرسومةً عليهِ

واذا كان الغمام قليلاً ظهر ظلةٌ في الجو مثل خطوط سوداء منبعثة من الشمس ويكثر ذلك قرب الافق فيرى الظل هناك اسفل الشمس ويكون غالبًا في الصيف ويُعرَف عند العامة بالشمس يشرب الماء وقد ينفرج من الشمس الى اسفلها واعلاها وباقي جهاتها . وهذه الظلول متوازية وانفراجها الظاهر وهم من اوهام البصر

شكل ٤٧

(٣٠١) الظلول بعد الغروب . وقد يحدث ما يشبه ذلك بعد الغروب بربع ساعة وهو ان ظلول الغيوم التي في الافق تقع على غربي السماء فتظهر مثل اشعة نيّرة منفرجة خارجة من الشمس وهي في الصحيح متوازية غير متناهية طولاً وانفراجها الظاهر من اوهام البصر ولو تُتبّعت في السماء على ما تظهر لالتقت في نقطة مقابل الشمس وذلك لا يُشاهَد الاّ نادرًا . وقد تبدو ظلول مثلها قبل الشروق فتكسو الفجر ثوبًا باهي الجمال وقد تظهر ذلك في جهات كثيرة من الارض ومن فرط بهائهِ غنّت بهِ الشعراء ولا سيما شعراء اليونان

شكل ٤٨

الفصل الخامس

في المطر

(٣٠٢) اصل المطر . اذا تكاثف جزءٌ من بخار الهواء تحوّل الى ضبابة او سحابة ويتمّ ذلك رويدًا رويدًا في الغالب فلا يحصل عنهُ مطر غير انهُ اذا تمّ بسرعة كافية تتزايد اقطار دقائق

الضباب بزيادة البخار المتكاثف فتصير نقطًا وتقع مطرًا

(٢٠٣) اقطار نقط المطر وسرعة نزولها. اقطارها متفاوتة من ربع القيراط الى $\frac{١}{٢٥}$ او $\frac{١}{٧٥}$ منهُ وسرعتها في نزولها قليلة جدًّا فانها لو نزلت في فراغ لبلغت سرعة الواحدة منها في نهاية دقيقة واحدة من وقوعها سرعة كلّة مدفع ولكنها تنزل في الهواء فكلما زادت سرعتها زادت مقاومتهُ لها حتى تعدل المقاومة اخيرًا ثقل النقط فتبطل الزيادة في سرعتها فتهبط الى الارض بسرعة متساوية وبناء على ذلك اذا نزلت نقطة قطرها $\frac{١}{٤}$ قيراط في الهواء فسرعتها لا تزيد عن ٢٤ قدمًا في الثانية او نقطة قطرها $\frac{١}{٢٥}$ من القيراط فسرعتها لا تزيد عن ١٢ قدمًا او $\frac{١}{٧٥}$ من القيراط فلا تزيد عن ٨ اقدام او $\frac{١}{١٠٠٠}$ من القيراط فلا تبلغ قيراطين وكل ذلك في الثانية

(٢٠٤) قياس كمية المطر. تقاس كمية المطر بآلة تُسمَّى البلوفياميتر اي مقياس المطر والغرض منهُ هو اخذ معدَّل عمق المطر الذي يقع في المجاورة ويتمُّ ذلك بان يُجمَع مطر بقعة محدودة كقدم مربَّع في وعاء ثم يكال فتستخرج منهُ الكمية التي نزلت في جوار تلك البقعة. فيشترط اذًا لكمال التدقيق ان يُجمَع المطر الذي نزل في البقعة فقط وان المطر المجموع يساوي معدَّل عمق المطر الذي نزل في جوارها والاوَّل يتمُّ بجعل حدّ الوعاء حادًّا رقيقًا وجدرانهِ قائمة لانهُ اذا كان حدُّهُ سميكًا او كانت جدرانهُ مائلة جدًّا فالمطر الذي يسقط عليها يتفرَّق فيقع خارجهُ جانبٌ كان حقهُ ان يقع داخلهُ

شكل ٤٩

واسهل المقاييس استعمالًا ما كان على شكل اسطوانة عمقها عدَّة قراريط ولا فرق ان كانت صغيرة او كبيرة ولكن الغالب فيها ان يكون قطرها ١٠ قراريط على انها اذا كانت متقنة العمل تفي بالمرغوب على احسن حال ولو كان قطرها قيراط فقط. ترى (شكل ٤٩) صورة مقياس المطر في المدرسة السمشسونية قطر اسطوانتهِ ا ب قيراطان وقطر الانبوبة س د نحو نصف قيراط

(٢٠٥) تعيين كمية المطر. تكال كمية المطر المتجمّعة في المقياس في انبوبة مقسَّمة بمقايسة مساحة قسم من المقياس بقسم من الانبوبة وذلك بانهُ اذا فُرِض المقياس اسطوانة قطرها ١٠ قراريط فخذ انبوبة زجاج قطرها قيراط واحد بالتدقيق وسِم عليها القراريط واعشار القيراط ثم كِل المطر بها فقيراط واحد من الماء فيها يساوي $\frac{١}{١٠٠}$ من القيراط في المقياس وعُشر القيراط فيها يساوي $\frac{١}{١٠٠٠}$ من القيراط فيهِ فبذلك يقاس عمق المطر قياسًا سهلًا مدقَّقًا الى $\frac{١}{١٠٠٠}$ من القيراط وعلى الكيفية المتقدّمة يقاس عمق المطر مهما كان قطر المقياس او شكلهُ

(٣٠٦) كيفية وضع المقياس . لابد من وضع المقياس وضعًا موافقًا اذا اريد ان المطر النازل فيهِ يساوي معدَّل عمق المطر النازل حولهُ وقد لايكون ذلك سهلاً فاذا وضعتهُ قرب بناء فلا اعتماد عليهِ لاحتمال الزيادة والنقصان في المطر النازل فيهِ لان الريح تدور حول البيوت بحيث تُسقِط مطرًا كثيرًا على الجانب الواحد منها وقليلاً على الآخر واحسن الاماكن التي يُوضع فيها بقعة مكشوفة بعيدة عن كل الحواجز والجدران واذا اضطررت الى وضعهِ قرب بناء فاخترلهُ موضعًا بعيدًا على قدر الامكان عن تيارات الهواء المشار اليها

(٣٠٧) فعل الارتفاع بالمقياس . اذا وُضع مقياسان احدهما اعلى من الآخر تتفاوت كمّية المطر الواقع فيهما فالاوطأ منهما يجمع مطرًا اكثر من الاعلى ففي مرصد كرينويج يزيد المطر في مقياس على سطح الارض ثلثين سنويًا عمّا في آخر على ارتفاع ٥٠ قدمًا عن الاوَّل وقد شوهد ذلك ايضًا في محال أُخر من بلاد الانكليز وباريس وفيلادلفيا الاَّ ان الفرق لم يبلغ فيها الفرق المذكور آنفًا . وقد علَّلوا عن ذلك بازدياد حجم النقط وهي نازلة في هواء رطب حال كونها ابرد منهُ في الغالب غير ان ذلك لايكفي لزيادة المطر ثُلثَين في مسافة خمسين قدمًا ولابد من ان النقط تنقص احيانًا بتحوُّل جانب منها الى بخار وهي نازلة في هواء اسخن منها ولم يشاهد شيء من هذا النقصان في كل ما رُصِد الى الآن

والارجح ان ذلك مسبَّب عن رياح تدور حول المقياس المرتفع بصعود بعض الهواء الذي يصادم المقياس ودورانهِ حول جوانبهِ فيفرّق نقط المطر فتقع خارج المقياس ولذلك يقل المطر فيهِ . واعلم ان الرياح الدوَّارة المشار اليها تبلغ اشدَّها حيث تبلغ الريح اعظم سرعتها اي انها تفعل فعلها الاعظم عالية عن سطح الارض حيث لا تمانع الابنيةُ مجاري الرياح فيستنتج من ذلك انهُ اذا طُمِر المقياس في الارض حتى يستوي سطحهُ وسطحها فذلك وضعهُ الاحسن

(٣٠٨) كيفية توليد المطر . المطر بخار الهواء اذا تكاثف (الى حدّ مفروض) ولا يحدث التكاثف الاَّ متى برد الهواء وصارت درجة حرارتهِ تحت درجة الندى وبرودة الهواء هذه متوقفة على الاشعاع او على ملامسة الهواء السخن سطح الارض البارد ولاسيا سطوح الجبال الشامخة او على امتزاج هواء سخن بهواء بارد . غير ان حدوث هذه الامور بطيء جدًّا ومحصور في حدود ضيقة فلا ينتج عنها الاَّ ضباب او سحاب على الارجح واما المطر الغزير فلا بدَّ لهُ من ان يبرد الهواء بغتةً حتى تصير درجة حرارتهِ تحت درجة الندى واكثر الامور موافقةً لذلك ان يُغصَب الهواء على الصعود ميلاً او ميلين عن سطح الارض فتهبط حرارتهُ نحو ٢٥ درجة اذا صعد ميلين فيتكاثف قسم عظيم من بخارهِ وذلك يتمُّ بمعارضة جبل لمسير الريح او بالتقاء ريحين متضادَّتين وامثلتها كثيرة الحدوث

(٣٠٩) راي هُطّن في المطر. ان راي الدكتور هُطّن من ادنبرج قد اشتهر جدًّا منذ سنة ١٧٨٤ وهو مبني على انهُ اذا امتزج مقداران من الهواء متفاوتان حرارةً ومشبعان بخارًا لحرارة المزيج تهبط فلا تكفي لان تبقي كل رطوبتها في حالة البخار فينزل بعضها مطرًا . فاذا فُرِض مقداران من الهواء حرارة احدهما ٦٠° والآخر ٨٠° وكانا مشبعين رطوبة فقوة المرونة للاوَّل هي ٠٫٥١٨ وللآخر ١٫٠٢٢ ومعدَّلها للاثنين ٠٫٧٧٠ من القيراط . واذا مزجا وفرضت حرارة المزيج ٧٠° فمعدَّل قوة مرونتها ٠٫٧٢٣ من القيراط اي بين المعدَّل الاوَّل والثاني ٠٫٠٤٧ من قيراط من الزئبق او ٠٫٠٥٢ من قيراط من الماء وهذا هو المقدار الذي يتحوَّل الى مطر عند امتزاج المقدارين المفروضين امتزاجًا تامًّا وقس عليهِ هواء احتوى المقداران منهُ رطوبة كثيرة ولكن دون درجة الاشباع

وهذا الراي منقوض لتعذر امتزاج مقدارين عظيمين من الهواء متفاوتين في الحرارة ما لم يكن امتزاجها بطيئًا فما يتحوَّل من رطوبتها الى مطر قليل فضلاً عن ان الحرارة المختفية التي تظهر من تكاثف البخار ترفع حرارة المزيج فلا تؤذن بتحويلهِ الى ماء ما عدا قليلاً مما كان يتحوَّل لو صحَّ راي هُطّن . فيحصل من الامتزاج اذًا غيمٌ لا مطر غزير

(٣١٠) في تفريق المطر على سطح الكرة . ان المطر متفاوت على سطح الكرة فيبلغ في بعض اقسامها ٥٠ قدمًا عمقًا ولا يقع البتة في اقسام أُخَر وتفاوتهُ موقوف على عرض المكان وارتفاعهِ عن سطح الارض وعلى قرب الجبال منهُ وامتدادها فيهِ وقرب السواحل ايضًا وهيئتها وجهة الريح الغالبة. ترى (شكل ٥٠) تفريق المطر على الارض فالاسود الحالك فيهِ يدل على اماكن المطر الغزير والاسود الفاتح على اماكن القليل والابيض على الاماكن العديمة المطر

(٣١١) فعل العرض . اعظم معدَّلات المطر هو عند خط الاستواء ويقلُّ من هنالك الى القطبين كما يظهر من الجدول الآتي وهو ذكر معدَّل المطر لكل ١٠ درجات من العرض من خط الاستواء الى عرض ٦٠°

		قيراط		
على عرض ٠٠° اي على خط الاستواء المعدَّل	١٠٤ قيراط		على عرض ٤٠°	٣٠
" " ١٠°	٨٥		" " ٥٠°	٢٥
" " ٢٠°	٧٠		" " ٦٠°	٢٠
" " ٣٠°	٤٠			

وذلك لان البخار الذي يتخلَّل الهواء اكثر على خط الاستواء مما في بقية الاعراض فان معدَّلهُ هناك خمسة امثال معدَّلهِ على عرض ٦٠° فاذا هبطت الحرارة على التساوي في مكانين احدهما حارٌّ والآخر بارد زاد البخار المتكاثف في المكان الحار عمَّا في البارد واذا افترضنا ان اسباب المطر تعمل

بقوة متساوية في كل الاعراض فكمية المطر في كل عرض تكون متناسبة لكمية البخار التي في هوائهِ وعلى ذلك اذا فُرِض معدَّل المطر على خط الاستواء ١٠٤ * كما قد تعيَّن بالرصد كان معدَّلهُ في باقي الاعراض كما ترى



عرض ١٠°	١٠١ قيراط	عرض ٤٠°	٤٥ قيراطًا
" ٢٠°	٩٠ "	" ٥٠°	٣٧ "
" ٣٠°	٧٠ "	" ٦٠°	١٨ "

فيظهر من مقابلة الجدول المتقدّم بالذي قبلهُ ان كمية المطر على عرض ٦٠° توافق الكمية المناسبة لكمية البخار في هوائهِ بخلاف بقية الاعراض التي بينهُ وبين خط الاستواء فان كمية المطر فيها ناقصة جدًّا عن الكميات المناسبة لكميات البخار هناك ولاسيما من عرض ١٠° الى عرض ٣٠° فيستدلُّ من ذلك على ان اسباب المطر ليست متساوية القوة في جميع الاعراض بل انها اضعف عند عرض ٣٠° ممَّا هي عند خط الاستواء وعند عرض ٦٠°

(٢١٢) عدد الايام المطرة . ويُستدَلُّ على ذلك ايضًا من مقابلة عدد الايام المطرة في مئة يوم على اعراض مختلفة من الاوقيانوس الاتلانتيكي فكان كما ترى في الجدول الآتي وهو مستخلص من رصود سفن كثيرة تسافر في الاوقيانوس المذكور

عدد الايام المطرة	٤٥	بين عرض ٠° و ١٠°	عدد الايام المطرة	٤٥	بين عرض ٣٠° و ٤٠°
" "	١٨	" " ١٠° و ٢٠°	" "	٤٣	" " ٤٠° و ٥٠°
" "	٢١	" " ٢٠° و ٣٠°	" "	٤٠	" " ٥٠° و ٦٠°

فعدد الايام المطرة قرب عرض ٦٠° يساوي عددها تقريبًا عند خط الاستواء ومضاعف عددها من ١٠° الى ٣٠° تقريبًا وذلك يوافق ما قيل قبلاً ان اسباب المطر ضعيفة بين عرض ١٠° و ٣٠°

واعلم ان السبب في زيادة المطر على خط الاستواء هو على ما يعلّلون عنهُ صعود عمود عظيم من الهواء ناتج عن التقاء الرياح التجارية الشمالية بالتجارية الجنوبية وهذا هو ايضًا سبب الزيادة على عرض ٦٠° غير ان الرياح المتضادَّة هناك ليست تجارية اما سبب النقصان بين عرض ١٠° و ٣٠° فهو انتظام جهة الريح هناك خلاف ما في سائر الجهات. واذ قد تقرّر زيادة المطر على خط الاستواء وعرض ٦٠° فانخفاض البارومتر هناك واضح لان اعظم انخفاض البارومتر هو قرب مركز نوء مطر عظيم [وقد نسب البعض كل ذلك الى تغيُّرات كهربائية الارض]

(٢١٣) ارتفاع المكان عن سطح البحر. معدّل المطر اعظم في الغالب على الجبال المعتدلة الارتفاع مما على سطح البحر وعلى ارتفاع مفروض عن السفوح ضعفًا او ثلاثة اضعاف ما على السفوح مثالهُ جبل في جزيرة كوادلوب على عرض ١٦° علوهُ خمسة آلاف قدم بلغ المطر على قمتهِ سنة ١٨٢٨ مئتين وثمانية وعشرين قيراطًا وعلى سفحهِ ١٢٧ قيراطًا فقط . وذلك الفرق ليس مسببًا عن برد قمم الجبال فانهُ قد يكون كذلك وربما يزيد على قمة بركان مغمورة بالمواد المصهورة وما هو الاَّ من معارضة الجبال للهواء فيصعد على جوانبها كرهًا اي انهُ يرتفع عن سطح الارض الى مواضع ابرد منهُ فيبرد ويتكاثف بخارهُ

وحيثما وُجِدَت جبال شامخة يفعل المبدأ المذكور. فسلسلة الجبال التي على حدّ هندستان الغربي يهطل المطر على قممها بغزارة كلية لعظم ارتفاعها ولا يسقط مطر على سفحها الغربي الّا نادرًا ولا يبلغ على جانبها الشرقي ثلث معدّل ما يبلغهُ على ذلك العرض . وكذلك في بومباي فان معدّل المطر على جانب الجبال الغربي هو ٧٨ قيراطًا ومعدّلهُ على ارتفاع ٤٥٠٠ قدم ٢٥٤ قيراطًا وبلغ ٣٠٥ قراريط سنة ١٨٤٣ ومعدّلهُ في پونا على الجانب الشرقي من الجبال المذكورة ٢٣ قيراطًا ويقع هذا المطر كلهُ بين حزيران وايلول عند تغلب الريح الموسمية الجنوبية الشرقية وذلك لانها تاتي من الاوقيانوس حارة رطبةً واذ تلاقي سلسلة الجبال المشار اليها ترتفع كثيرًا عن مساواة سطح البحر فتبرد ويتساقط بخارها على القمم ثم تهبط الى جانب السلسلة الشرقي وبخارها قليل فيتحوّل هناك الى مطر قليل

وكذلك في جنوبي جبال حمالايا على ٣٠٠ ميل من كلكوتا فان المطر قد بلغ هناك ٦١٠ قراريط على ارتفاع ٤٥٠٠ قدم في ستة اشهر من نيسان الى ايلول سنة ١٨٥١ عند تغلب الموسمية الجنوبية الغربية . وهكذا في اواسط اميركا وفي بعض جزائر الهند الغربية حيث تهبّ الرياح من البحر حارّة رطبة جدًّا

شكل ٥١

(٢١٤) اعظم وقوع المطر . يبلغ المطر اغزرهُ على ارتفاع معلوم من الجبال ومن ثم يتناقص غير ان ذلك الارتفاع ليس متساويًا في جميع الاماكن فانهُ في الهند نحو ٤٥٠٠ قدم وفي بريطانيا العظمى ١٩٠٠ قدم

(٢١٥) قرب الجبال . قد ينزل المطر في مكان على مساواة سطح البحر اكثر مما في بقية عرضهِ لمجرّد قربهِ الى جبل كما في ڤيراكروز من مكسيكو فان المطر قد بلغ فيها ٢٧٨ قيراطًا في بعض السنين ومعدّلهُ السنوي هناك ١٨٥ قيراطًا وذلك مضاعف معدّل خليج مكسيكو . وسببهُ هو وقوع جبالٍ شامخة الى غربي ڤيراكروز فبها يصعد الهواء حارًّا رطبًا من خليج مكسيكو الى علو عظيم فيتكاثف بخارهُ بالبرودة وهو صاعد ولا ينحصر ذلك في الاماكن القريبة جدًّا من الجبل بل يمتد مسافة عن سفحهِ ايضًا وهكذا على عرض ٦٠ من شطوط اميركا الشمالية الغربية فان المعدّل السنوي للمطر هناك ٩٠ قيراطًا لما تقدّم وذلك اربعة امثال المعدّلات السنوية لبقية الاماكن على ذلك العرض . وللسبب المذكور ايضًا يزيد المطر عن ٨٠ قيراطًا في شطوط ناروج على عرض ٦٠°

(٢١٦) قرب البحر . يزيد المطر غالبًا في الاماكن القريبة من البحر لمجرّد قربها اليهِ ولو كانت خالية من الجبال ولاسيما اذا كانت الريح الغالبة فيها من البحر وذلك واضح على السواحل

ويخفى كلما توغلت برًّا فمعدّل المطر على سواحل الاوقيانوس الاتلانتيكي في اوروبا هو بين ٣٠ و ٤٠ قيراطًا وقلما يزيد عن ٢٠ قيراطًا في اواسط اوروبا و ١٥ قيراطًا في قسم كبير من روسيا ودون ذلك في شمالي اسيا

ويشاهد ذلك في الولايات المتحدة ايضًا ولكنهُ كثير الالتباس فمعدّل المطر على عرض ٤٥° من سواحل الاتلانتيكي هناك هو ٤٠ قيراطًا وفي ميشيكان نحو ٣٠ قيراطًا وفي مينَسوتا نحو ٢٥ قيراطًا وبقرب نهر مسوري ١٥ قيراطًا على ذلك العرض

(٢١٧) فعل الريح . يسقط المطر غالبًا على سواحل الاوقيانوس الاتلانتيكي في الولايات المتحدة عند هبوب الريح من الشمال الشرقي فان مئة نوء مطر وثلج كانت رياحها

ش	ش شر	شر	ج ش	ج غ	غ	شمال غ
٨	٣٧	٦	٧	١٥	١	٧

ويبتدئ النوء في نيوهاڤن بريح من الشرق وينتهي باخرى من الغرب فكلتاهما تاتيان في نوء واحد ولكن لبقاء المطر والثلج زمانًا اطول مع ريح من الشرق تذكر في الرصود مصاحبةً لها في اكثر ساعات الرصد القانونية . واكثر المطر يسقط في اواسط الولايات المتحدة مع ريح من الغرب فان مئة نوء مطر وثلج في سنسناتي كانت رياحها

ش	ش شر	شر	ج ش	ج	ج غ	غ	شمال غ
٣	١٠	١	٩	١٠	٢٥	١٨	٢٥

وهكذا ايضًا في اواسط اوربا فان ثلاثة ارباع المطر هناك تاتي مع ريح غربية [وفي بلاد سوريا ثلاثة ارباع المطر تاتي بها ريح من الجنوب الغربي]

(٢١٨) المعدّل السنوي للمطر في اماكن شتى . ان معرفة المعدّل السنوي للمطر في مكان لابد لها من رصد سنين عديدة فانهُ كثيرًا ما يكون معدّل سنة مضاعف معدّل الاخرى في مكان واحد . اما ما تراهُ في الجدول الآتي فهو معدّل المطر السنوي بالتقريب في جهات شتى من

الولايات المتحدة	قيراطًا		قيراطًا
الاباما ولوسيانا	٥٦	اوهايو	٤٠
اوريكون	٤٩	نيوانكلاند	٤٠
فلوريدا	٤٨	نيويورك	٣٧
فرجينيا وكرولينا الشمالية والجنوبية	٤٨	ميشيكان ووسكنسن	٣٣
تنيسي وكنتكي	٤٨	ايوا وكانساس	٣١

	قيراطًا		قيراطًا
جورجيا	٤٤	تكساس	٣٩
اركانساس ومسّوري	٤٣	كاليفورنيا	١٨
ماري لاند وبنسلفانيا	٤١	نيومكسيكو	١٣

(٣١٩) تفريق المطر على فصول السنة . يُقسَم المطر بالسواء تقريبًا على اشهر السنة في اكثر ما وقع من الولايات المتحدة شرقي الجبال الصخرية وبالاجمال يزيد مطر الصيف على مطر الشتاء اذا عدَّ الثلج الذائب والفرق بينهما في نيوانكلاند اقل من ١٠ في المئة وفي ولاية نيويورك نحو ٥٠ في المئة وفي فرجينيا وكارولينا الشمالية والجنوبية ١٠٠ وفي فلوريدا ٢٠٠ وفي تكساس ٧٥ وفي اوهايو ٢٥ وفي ميشيكان ووسكنسن ١٤٠ وفي ايوا وكانساس ٣٠٠ وكلها في المئة اي ان مطر الصيف هو اربعة امثال مطر الشتاء بخلاف سواحل الاوقيانوس المحيط فان مطر الشتاء في كاليفورنيا هو اكثر من ٢٠ ضعف مطر الصيف فيها وفي اوريكون سبعة اضعافهِ (انظر جدولاً في آخر الكتاب)

(٣٢٠) فصل المطر وفصل الصحو . اذا كان انقسام المطر على اشهر السنة متفاوتًا جدًّا انقسمت السنة بهِ الى فصل مطر وفصل صحو ففي كاليفورنيا لا يقع المطر الاَّ قليلاً في ما سوى الاشهر الباردة من السنة ولايقع البتة من حزيران الى ايلول وما دامت الريح هناك من الجنوب الغربي في الصيف لا يقع مطر وذلك لان الريح المذكورة تاتي من بحر بارد وتمرُّ باراضٍ حارةٍ فلا يتكاثف بخارها حتى تعارضها جبال نافادا على حد كاليفورنيا الشرقي

وحيثما اختلفت جهة الريح جدًّا باختلاف فصول السنة كان انقسام المطر على اشهر السنة متفاوتًا في الغالب فعلى الحد الغربي من هندستان يقع المطر كلهُ تقريبًا من نيسان الى ايلول وقت تغلُّب الموسمية الجنوبية الغربية ثم تهبُّ الرياح الشمالية الشرقية عليهِ في ما بقي من السنة بعدما تمرُّ بجبال شامخة وتُسقِط رطوبتها عليها فتكون قد انتهت جافَّة ولذلك ينقطع بها المطر اشهرًا متواليةً . بخلاف ما على الحد الشرقي فانهُ متى تغلَّبت هناك الموسمية الجنوبية الغربية انقطع المطر الاَّ نادرًا ومتى تغلبت الشمالية الشرقية وذلك متى كانت حرارة هواء خليج بنكالا اعظم من حرارة هواء اليابسة وقع مطر غزير

وقس على ما تقدَّم اماكن كثيرة في ما وقع من اميركا في المنطقة الحارة مثل فيراكروز فان كل المطر تقريبًا يقع هناك من ايار الى تشرين وقت هبوب الرياح من الجهات الشرقية وينقطع في بقية الاشهر وقت هبوب الرياح الشمالية الغربية . ولبعض الاماكن التي على خط الاستواء فصلا مطر في السنة اعظاها في حزيران وكانون الاوَّل

(٢٢١) اعظم المطر. بعض اقسام الكرة يغشاهُ المطر كل سنة وبعضها يغشاهُ في بعض السنين. ذُكِرَت كمية المطر لسنة واحدة ٦١٠ قراريط على سفح جبال حمالايا الجنوبي على ارتفاع ٤٥٠٠ قدم على عرض ٣٠° سقط منها ١٤٧ قيراطًا في حزيران فقط وذُكِر معدَّل المطر السنوي لكل سنة في خمس عشرة سنة ٢٥٤ قيراطًا على عرض ١٨° في مكان بالقرب من حدّ هندستان الغربي . و١٤٦ قيراطًا على ارتفاع ١٣٠٠ قدم الى الشمال الغربي من بلاد الانكليز و٣٠ قيراطًا فقط في لندن و١٨٣ قيراطًا في ڤيراكروز حسبوا ان ٦٠ قيراطًا منها وقعت في شهر واحد (انظر جدولًا في آخر الكتاب)

(٢٢٢) غيوث هُطَّل. ان المطر الذي يقع في يوم واحد قلما يبلغ القيراط في اكثر الولايات المتحدة غير انهُ يزيد كثيرًا عن ذلك في بعض الاحيان . وقع في ٢٣ آب ١٨٤٣ تسعة قراريط في ثمان ساعات في فلات بوش من لونج أيْلاند وفي ٢٦ تموز ١٨١٩ خمسة عشر قيراطًا في ست ساعات في كاتاسكيل من اعمال نيويورك وفي ٢٩ تموز ١٨٢٤ خمسة قراريط في ساعتين ونصف في وِلمنكتون من دلاوار وفي ١٢ آب ١٨٦١ ثمانية قراريط في ١١ ساعة في فيرفيلد من اوهايو. ووقع في الهند ١٥ قيراطًا في يوم واحد وفي تخوم سويسرا ٣٠ قيراطًا كذلك على ما ذُكِر. والمظنون ان هذه المقادير لم تُكل بتدقيق كلي وما يُستفاد منها ان المطر كان غزيرًا الى الغاية كما نثبت بعد ذلك من منظر الاراضي

واعلم ان امثال هذه الامطار المنهمة يكون وقوعها محصورًا في حدود ضيقة لانهُ لو تحوّلت كل رطوبة الهواء الى مطر ما غشت سطح الارض الى علو اربعة قراريط كما يتضح من أنَّ معدَّل حرارة سطح الارض كلهِ ٥٨° كما خمّنوا عليهِ ومعدَّل درجة الندى ٥١° كذلك فعلى هذه الحرارة يوازن البخار عمودًا من الزئبق علوهُ ٠،٣٧٤ من القيراط ونسبة مقدار من البخار المائي الى آخر يساويهِ من الهواء حرارتهُ كحرارتهِ وكلاهما تحت ضغط واحد كخمسة الى ثمانية تقريبًا وثقل الزئبق النوعي ١٣،٦ فاذا تحوّل البخار الى ماء وكان على ٥١° يصير ٠،٣٧٤ × ١٣،٦ × ٦٢٤ ،٠ والحاصل ٣،١٧ من القيراط

والعادة ان الهواء يحوي من البخار في نهاية نوء مطر اكثر ما يحوي في بداءتهِ فينتج من ذلك ان هذه الامطار الغزيرة مستمدَّة من هواء رطب آتٍ من اماكن بعيدة

(٢٢٣) الصحارى . ان المطر لا يقع البتة في بعض اقسام الارض وهي ما وقع في افريقيا بين عرض ٢٠° و٣٠° ويشمل مصرًا وجانب عظيم من بلاد العرب والعجم وصحراء كوبي الكبيرةُ الواقعة الى الشمال الشرقي من جبال حمالايا ويقع في پيرو وكاليفورنيا

ولا يزيد في بعض الاماكن عن عشر ما يقع في بقية الاماكن التي على عرضها كما في كاليفورنيا السفلى فان معدَّل المطر السنوي هناك ثلاثة قراريط ومثلها شمالي افريقيا ومصر السفلى وبلاد العجم (انظر جدولاً في آخر الكتاب)

(٢٢٤) صحراء افريقيا وسببها. صحراء افريقيا واقعة في منطقة الرياح التجارية قرب حدّها الشمالي حيث اسباب المطر ضعيفة كما تقدَّم. وهي رمال فسيحة على جانبيها الشمالي والجنوبي سلسلتا جبال فمتى هبّت الرياح التجارية من الشمال الشرقي على قارة افريقيا عارضتها السلسلة الشمالية فيتكاثف بخارها ويقع عليها ثم اذ تنزل الرياح جنوبًا تقبل على اعراض اشدَّ حرارةً وقابليةً للرطوبة ولعدم وجود جبال او رياح مضادة هناك لترفعها تبقى في سيرها حتى تدنو من عرض ١٠ فترفعها سلسلة الجبال المستطيلة التي هناك فيتكاثف البخار عليها ويقع كثيرًا والحرارة التي تظهر من تكاثفه هي من جملة اسباب الرياح التجارية الدائمة في تلك الاقطار اسباب انقطاع المطر عن الصحراء. وفي الصحراء كثبان وهضاب متفرّقة يقع عليها المطر من وقت الى آخر. وقس على ما ذُكِر سبب قلة المطر في مصر وجزيرة العرب

صحراء كوبي الكبيرة وغيرها. سبب صحراء كوبي جبال حمالايا لان رياح تلك الصحراء تاتي من الجنوب الغربي مارةً على جبال حمالايا فتسقط عليها كل بخارها تقريبًا وتاتي الصحراء بقليل من البخار

اما بلاد بيرو فواقعة في منطقة الرياح التجارية فمتى التقت هذه الرياح بجبل انديس ترتفع حتى تتكاثف كل رطوبتها تقريبًا وتنزل مطرًا ثم تهبط الى الاوقيانوس المحيط خاليةً من رطوبة تتكاثف على درجة حرارة بلاد بيرو. والمطر الذي ينزل على الجانب المكشف للرياح من جبل انديس هو اصل ماء النهيرات التي تصبُّ في نهر امازون. وبين سيرانافاداس والجبال الصخرية وهما سلسلتان عظيمتان من الجبال بقعة لا يقع عليها المطر منها اوتا ونيومكسكو وكاليفورنيا فسواء هبّت الريح من الشرق ام من الغرب تاتيها جافةً اذ تكون قد مرّت على الجبال التي حولها واسقطت رطوبتها عليها. وكذلك على الجانب الشرقي من الجبال الصخرية فلأن الرياح الغالبة هناك تاتي من الغرب تُسقِط رطوبتها على الجبال التي تمرُّ عليها فيكاد المطر لا يعرف فيها

[كمية المطر على شطوط البحر المتوسط وما في جوارهِ من الابحار متوقعة (١) على قرب رمال افريقيا المحرقة (٢) تغلُّب الرياح الشمالية في بعض الحال (٣) وقوع جبال البرن وجبال اسبانيا الى الجهة الغربية فتتكاثف عليها الابخرة الآتية من الغرب قبل وصولها الى شطوط البحر المتوسط (٤) انخفاض حرارة هذا البحر عن حرارة البر في ايام الصيف]

(٢٣٦) مطر بلا غيم. الغيوم هي محافظ المطر التي ينسكب منها كما هو معهود غير انهُ قد شوهد المطر نازلاً ولا غيم قرب سمت الراس او في كل الجو فوق الافق. بقي المطر نحو ثلث ساعة في فيلادلفيا في ٢٣ نيسان ١٨٠٠ الساعة التاسعة بعد الظهر وكانت السماء حينئذٍ صاحية ولمعان النجوم غير مكمد ولم تكن سحابة الى بعد ١٥° عن سمت الراس. وبقي كذلك دقيقتين او ثلاث دقائق في جنيفا من سويسرا في ٩ آب ١٨٣٧ وكان الجوّ صاحياً وقد شوهد كثيرٌ مثل ذلك في جهات الارض (وقد شوهد المطر نازلاً اكثر من ٥ دقائق ولم يكن غيم الى ابعد من ٣٠° عن سمت الراس وذلك في ٢١ ك ٢ سنة ١٨٧٦ الساعة الرابعة بعد الظهر في المرصد الفلكي في بيروت)

(٢٣٧) المطر من غيم ليس في سمت الراس. قد ينزل المطر من غيم بعيد عن سمت الراس درجات فكثيراً ما تجعل النقطة في سيرها زاوية اكبر من ٤٠° مع منسامتة من المتسامتات فتقع على الارض من غيمة على ٢٠° او ٣٠° عن سمت الراس او ابعد من ذلك ولاسيما اذا هبّت ريح قرب السطح في خلاف جهة السحابة الماطرة ولعل هذا يوضح بعض ما تقدّم من وقوع المطر مع عدم وجود الغيم

(٢٣٨) المطر من غيم شفّاف. من المحتمل ان المطر الذي ينزل والجوّ صاحٍ في الظاهر ينزل من غيم رقيق شفّاف قليلاً بحيث ينفذ نور النجوم ولعل شفافتهُ من قلة عدد نقطهِ وكبر حجمها. فان الماء الصرف شفّاف والضباب مظلم هذا لصغر دقائقهِ وبالتالي لكثرة عددها وذاك بالعكس فلذلك ينعكس جانب من النور عن سطح كل دقيقةٍ من دقائق الضباب ولكثرة السطوح العاكسة في ضبابة تنعكس عنها اشعة النور كلها قبل ما تنفذها ولكن لو جُمع ماء الضبابة في نقط قليلة كبيرة لكان عدد السطوح العاكسة قليلاً بالنسبة الى عددها الاوّل فيكون تاثيرها قليلاً في شفافة الهواء. فمن المحتمل اذاً ان المطر المشار اليهِ ينزل من بخار متكاثف في قطرات كبيرة الحجم قليلة العدد وربما كان هذا التكاثف اسرع في طبقات الهواء السفلى المشبعة ماء

(٢٣٩) سقوط ثلج من جوٍّ صافٍ. قد يقع ثلج دقيق من جوٍّ صافٍ في النواحي القطبية وكذلك في نيوانكلاند فانهُ متى اشتد البرد هناك تتساقط كسف من الثلج بدون وجود غيمة تحجب الشمس او القمر او نجوم القدر الاوّل. وربما كان ذلك من تكاثف البخار الصاعد من الارض قبل ما يرتفع جدًّا فيكوّن غيمة قليلة الكثافة رقيقة

الفصل السادس

في الثلج

(٢٣٠) كيفية تولُّد الثلج . اذا تكاثف البخار على درجة واطئة جدًّا من الحرارة جمد غير متحوّل الى السيولة وصار على شكل بلورات دقيقة من الجليد ثم تنضم البلورات بعضها الى بعض فتصير كسفًا من ثلج وتتساقط الى الارض فان كانت حرارة الطبقة السفلى من الهواء فوق ٣٢° اذابت كسف الثلج قبل وصولها الى الارض فكثيرًا ما ترى سحابة تمطر على سهل وتثلج على جبل بجانب السهل . ويُصطنَع الثلج اصطناعًا في الشتاء اذا كان البرد شديدًا فان اجتمع خلق كثير في قاعة صغيرة حتى اشتدّ الحرُّ فيها ثم فُتِحت فيها نافذة وكان الطقس باردًا جدًّا يتكاثف بخار هواء القاعة الحارّ بالهواء الخارجي البارد ويسقط الى الارض على شكل كسف من الثلج واهية الى الغاية

(٢٣١) مواقع الثلج . لا يسقط الثلج في المنطقة الحارة الاّ على رؤُوس الجبال الشوامخ لارتفاع حرارة تلك المنطقة على مساواة سطح البحر عن درجة الجليد ولذلك عينهِ لا يسقط الثلج في الاعراض الوسطى الاّ شتاء اما في النواحي القطبية فتتنزل كل الرطوبة تقريبًا ثلجًا . ويُعرَف حدّ المنطقة العديمة الثلج من معدَّل حرارة السنة او حرارة ابرد الاشهر ولاسيما ابرد يوم في الشتاء فانهُ حيثما يهبط الترمومتر الى تحت ٣٢° يقع الثلج . وحدُّ هذه المنطقة هو خط متموّج يمرُّ قرب عرض ٣٩° بسواحل البحر المحيط في اميركا وقرب عرض ٣٥° بسواحل الاتلانتيكي فيها ايضًا ويمرُّ بقرب جبل طارق على عرض ٣٦° وينزل عند حدود الصين الى عرض ٢٤° شماليّ كنتون قليلاً

ويقع قليل من الثلج في ماري فرنسيسكو من اعمال كاليفورنيا وفي نيو اورلينس وكلفستن على عرض ٢٩° ويقع منهُ في شارلستون من كارولينا الجنوبية ما يكفي لجري عليهِ المركبات وقد بلغ ٤ قراريط سمكًا في كنتون من المنطقة الحارة

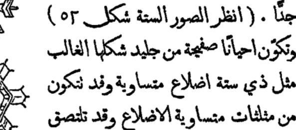
(٢٣٢) كمية الثلج السنوية . كمية الثلج السنوية تختلف بين صفر و١٢ قدمًا باختلاف المحلاّت فمعدَّلها في سبتسبركن من ٣ اقدام الى ٥ وفي ولاية مين ½٧ قدم وكان في سنة واحدة ١٢ قدمًا ونيف وهذا المقدار لا يشاهد دفعةً واحدة . ومعدّلها في همبشر الجديدة ٦ اقدام وفي مساشوسنس الوسطى ½٤ قدم ويبلغ فيها خمسة وفي كونكتيكت ½٣ قدم وفي نيو جرسي ½٢ وفي اوهايو الجنوبية ½١

قدم وفي ايوا قدم واحد . واعلم انهُ ان لم يكن الثلج قد سقط من مدّة طويلة فثقلة النوعي قليل وان أُذيب منهُ قدم مكعب اذ ذاك كان قيراطًا مكعبًا فقط من الماء

(٣٢٣) اشكال كسف الثلج . شكل بلورات الجليد ابريٌّ في الغالب وهي مناشير مستدقة لها زوايا ١٢٠° يُرَى اكملها في الصقيع . اما كسف الثلج فمؤلَّفة من ابر وصفائح جليد رقيقة لها زوايا ٦٠° او ١٢٠° غالبًا وتتألّف احيانًا من ست ابر مركبة بحيث تجعل زوايا ٦٠° بعضها مع بعض فتظهر مثل نجمة ذات ست اشعة وقد يلتصق بالابر المذكورة ابر اقصر منها مائلة عليها على زاوية ٦٠° ويكون عددها ٢ او ٤ او ٦ الى ١٢ او اكثر حتى يكون شكل الكسفة كشكل الزهرة المركبة جدًّا . (انظر الصور الستة شكل ٥٢) وتكوّن احيانًا صفيحة من جليد شكلها الغالب مثل ذي ستة اضلاع متساوية وقد تتكون من مثلثات متساوية الاضلاع وقد تلتصق بزوايا الشكل ابر او ستة اشكال كلٌّ منها

شكل ٥٢





ذو ستة اضلاع صغيرة ويكون الشكل مركزًا لها وربما التصق بهِ عوضًا عن ذوات الستة الاضلاع ذوات اربعة اضلاع كلٌّ منها مركَّبٌ من مثلثين متساويي الزوايا . وقد يتألّف الشكل المركزي من ستة مثل ذوات الاربعة الاضلاع المذكورة وتلتصق بزواياهُ ابر جليد او اشكال ذات اربعة اضلاع ايضًا

ومن الكسف ما هو غريب الشكل فلا يحلُّ ظاهرًا الى شكل من الاشكال المتقدّمة وقد شوهدت مئات من اشكال بلورات الثلج ورُسِمت ترى بعضًا من ابسطها وبعضًا من اكثرها تركيبًا شكل ٥٢ . واكملها يرى متى كان الهواء هادئًا باردًا جافًّا

(٣٢٤) حجم كسف الثلج . يختلف حجمها باختلاف درجة الحرارة التي تتكوّن عليها فاذا تكوّنت على درجة واطئة جدًّا فقطرها اقل من عشر القيراط غالبًا او على درجة قريبة من ٣٢° فقد يبلغ القيراط

(٣٢٥) دحاريج الثلج الطبيعية . قد ينضمُّ كثير من كسف الثلج بعضها الى بعض ويتساقط الى الارض دحروجةً متخلخلة قطرها قيراط او قيراطان وقد تسفي الرياح الثلج بعد سقوطهِ فيتدحرج على بعضهِ ويصير دحاريج كبيرة شكلها في الغالب مثل اسطوانة مجوّفة قليلاً عند مركزها وقد بلغ قطر بعض هذه الاساطين ثلاثة اقدام وهي كثيرة الحدوث على احاد بر جبال الپا في سويسرا

(٣٣٦) بياض الثلج ونورهُ . لما كان الثلج ماء صرفًا جامدًا فحقهُ ان يكون شفافًا كالماء او كقطع من الجليد الصافي والواقع خلاف ذلك فانهُ ذو لون ابيض باهر وذلك لان سطوحهُ العاكسة كثيرة جدًّا لصغر حجم ابرهِ وعلى ذلك يظلم اشد الزجاج شفافة اذا سُحِق . والثلج نيّر قليلاً فانهُ اذا كسا الارض يضيء في الظلام اكثر من الجوّ فنورهُ لا يمكن اذًا ان يكون نور الجوّ منعكسًا عنهُ والظاهر انهُ مسبَّبٌ عن انكشاف الثلج للشمس في النهار فلو حُجِب نور الشمس بحجاب مظلم عن قطعة من الثلج في يوم صحوٍ ثم انكشفت القطعة مساء لظهرت دون باقي الثلج لمعانًا وذلك لان الثلج اذا انكشف لنور ساطع امسك جانبًا منهُ بعد غياب مصدر النور عنهُ ومثلهُ مواد أُخَر كثيرة

(٣٣٧) الثلج الاحمر في النواحي القطبية . اذا بقي الثلج غير ذائب من سنة الى اخرى ضرب لونهُ الى الحمرة وقد يحمرُّ كالدم ويحدث ذلك في النواحي القطبية وجبال جنوبي اوربا وقد يخضرُّ لونهُ في سبتسبركن وقد وجدوا ان اصل هذه الالوان هو نبات كالفطر صغير جدًّا قطرهُ لا يزيد عن $\frac{1}{1000}$ من القيراط. فمن النبات اذًا نوع يعيش على درجة من الحرارة لا ترتفع عن درجة ذوبان الجليد

(٣٣٨) انهر الجليد . ان الثلج يدوم على قمم الجبال الشامخة حتى التي على خط الاستواء وحدّ دوامهِ يختلف في المنطقة الحارة بين ١٦٠٠٠ و ١٨٠٠٠ قدم ارتفاعًا وعلى جبال البا من سويسرا بين ٨٠٠٠ و ٩٠٠٠ قدم وهناك يتراكم ثلج سنة على ثلج اخرى حتى يصير سمكهُ عظيمًا جدًّا في الاخاديد والاودية التي تردُّ الرياح عنهُ ومن تعاظم الضغط عليهِ يتلبد حتى يتكاثف كالجليد فيُسمَّى نهر جليد . وهذه الانهر كثيرة جدًّا هناك اي على جبال البا وهي من ٥ الى ١٠ اميال ونيِّف طولاً تمتدُّ من قمة الجبل الابيض الى نحوِ مائتةّ اخاديدهُ وعرضها نصف ميل ونيف غالبًا وسمكها من ٢٠٠٠ الى ٥٠٠٠ قدم ولها حركة نازلة كحركة انهر الماء وذلك لان ثلوج اسافلها واقعة تحت ضغط عمود طويل مرتفع ١٠٠٠٠ او ١٣٠٠٠ قدم فتزيح تحت ذلك الضغط منحدرة الى الاودية فيتحرَّك النهر بذلك. ومن هذه الانهر نهر سويسرا الشهير حركتهُ السنوية ٨٧٦ قدمًا في بعض الاماكن و ٢٧٤ قدمًا في غيرها وهي متواصلة وربما لا تنقطع البتة تمامًا اعظمها في الصيف واقلها في الشتاء وسرعتها تزيد بزيادة زاوية الانحدار وهي في الاجزاء الوسطى اسرع مما في الجانبَين

وتنحدر هذه الانهر حتى تبلغ من الاودية اماكن تنمو على حرارتها الحنطة والبطاطة وتنضج وقد يطأُ السائح حافة النهر ويقطف من ثمار الكرز حولهُ . وما تذيبهُ الشمس منهُ ياتي عوضهُ بالحركة التي لهُ فلا يتغيَّر حد النهر السفلي على تمادي الاجيال . ترى (شكل ٥٢) صورة نهر جليد من اشهر انهر جبال البا والخطوط السوداء التي فيها عبارة عن شقوق في انهر الجليد تتأتَّى عن تحكيم النهر نفسهُ لوادٍ كثير التعاريج والمضائق ونحوها

وعدد هذه الانهر على جبال الالبا من ٥٠٠ الى ٦٠٠ نهر وهي تشغل مساحة ١٥٠٠ ميل مربع من الارض واوطأ انحدارها لا يتجاوز ارتفاع ٣٤٠٠ قدم عن مساواة سطح البحر

شكل ٥٣



(٢٣٩) مواقع انهر الجليد. لا توجد انهر الجليد في المنطقة الحارة ومنها عدد على الجبال العالية في الاعراض الوسطى وكثيرة في النواحي القطبية. على انها كثير على جبال حمالايا وطويلة جدًّا وهي مصادر انهر عظيمة هناك وتحدر على عرض ٢٧° الى ارتفاع ١٢٠٠٠ قدم عن مساواة سطح البحر وعلى عرض ٣٦° الى ارتفاع ٩٠٠٠ قدم اما جبال البرن فلا يتكوّن عليها الاّ قليل من انهر الجليد واما الجبال الشامخة في كرينلاند فلا يفارقها الثلج ابدًا وينتهي الى البحر في اماكن كثيرة منها وما يسقط منهُ في الشتاء يزداد كثافةً في الصيف حتى يصير كالجليد فيزحل بثقلهِ الى البحر وقد يتجاوز الشاطئ الاصليّ اميالاً فيرفعهُ الماء لزيادة ثقلهِ النوعي فيطفو على سطح الماء ثم تنقدُّ منهُ قطعة عظيمة قد يبلغ قطرها ميلاً فاكثر فتطرد الى الاعراض الوسطى وتُسمَّى جبل جليد. قيس واحد من هذه الجبال فكان محيطهُ ¾ الميل وعلوهُ ٢١٥ قدمًا والكبير منها يبقى اسابيع حتى يذوب وقد يبلغ عرض ٣٥°. واما جبال نروج فعليها انهر جليد كثيرة منها نهر على عرض ٦٠° ينزل حتى يبقى بين طرفهِ السفلي ومساواة سطح البحر ١٥٠ قدمًا والانهر التي على عرض ٧٠° هناك تصل الى البحر. وفي سبتسبركن نهر جليد عرض مصبهِ في البحر احد عشر ميلاً وفيهِ شاهق علوهُ ٤٠٠ قدم يمتدُّ خلفًا الى الجبال. وفي داخل ايسلاندا انهر جليد عديدة تكسوهُ وكذلك على حدّ بتكونيا الغربي

ونتزل على عرض ٤٦°ج الى البحر . والانهار التي في فكتوريا لاند على عرض ٧٠ الى ٧٩°ج اعظم من التي في كريلاند

(٢٤٠) دحاريج الثلج . ان الثلج يتراكم على جوانب جبال البا في الشتاء ويسترخي في الصيف فينحدر ركومًا تُسمّى دحاريج الثلج . وهي كثيرة جدًّا في الصيف فتكاد لا تخلو ساعة منها في بعض تلك الجهات وتنحدر من الجبل مسافة اميال حتى تهبط الى الاودية وهي من اعظم المشقات التي يقاسيها السواح على تلك الجبال ومن عظم جرمها قد طُمِرَت بها ضياع

الفصل السابع

في البَرَد

(٢٤١) النفناف . اذا كان الطقس كثير الرياح في الاشهر الباردة من السنة تساقط في الاعراض الوسطى كريات ثلج قطرها من $\frac{1}{12}$ الى $\frac{1}{4}$ من القيراط ناعمة مظلمة بيضاء كالثلج وقد يكون الكبير منها مغلفًا بغلاف رقيق من جليد ويكون الصغير ثلجًا شفافًا ولعله نقط مطر تنزل من سحاب آتٍ مع ريح جنوبية فتجمد في نفوذها طبقات هواء باردة قرب سطح الارض . ويُسمّى هذا البَرَد بالنفناف لصغر حجمهِ وتمييزًا لهُ عن البرد الكبير الذي يسقط في اوقات أُخَر

(٢٤٢) البَرَد الكبير هو نادر الوقوع الاَّ في نوءٍ رعدٍ ويسقط في بدء النوء او في خلالهِ وقلّما يعقب المطر ولا سيما اذا دام المطر مدّة . والمساحة التي يسقط فيها اضيق جدًّا من المساحة التي ينزل المطر فيها مع اقتران نزولهما في نوءٍ واحد ومدّة سقوطهِ قصيرة لا تزيد عن ربع ساعة او ثلث والعادة خمس دقائق او عشر . واخص اوقاتهِ في الولايات المتحدة الصيف واواخر الربيع واوقاتهُ في الهند من شباط الى أُخريات ايار

واعلم ان البَرَد لا يسقط في وقت معيَّن من اليوم غير ان الغالب في الكبير ان يسقط عند بلوغ النهار اشد حرارتهِ اي نحو الساعة الثانية ب ظ . وترتفع الحرارة قُبَيل سقوطهِ عن الحرارة المعتادة فاذا ارتفع الثرمومتر جدًّا في نيسان او ايار لا يستبعد سقوط برد كبير

(٢٤٣) حجم البَرَد . حجمهُ من عشر القيراط او اقل الى اربعة قراريط ففي ١٢ آب ١٨٥١ سقط برد كبير نحو الساعة الاولى بعد الظهر في نيوهمبشر وكان ثقل الواحدة منهُ ١٨ وقية طبّية وقد

وجدوا انهُ اذا كان ثقل كرة من الجليد الصلب ١٨ وقية فقطرها ٤ قراريط ومحيطها ½ ١٢ قيراط. وكانت حجارة البَرَد المذكورة ذات اقسام غير منتظمة الشكل ومحيط اعظمها اكثر من ١٥ قيراطًا وبعد ذلك ببضع سنين سقط برَد في بتسبرج ثقل الواحدة منهُ ١٨ وقية ايضًا وقد سقط برَد ثقل الواحدة منهُ نصف ليبرا فاكثر اي ٨ اواقٍ في اماكن متعددة من الولايات المتحدة

وفي ٧ ايار ١٨٢٢ سقط في بون من اعمال جرمانيا برد ثقل الواحدة منهُ من ١٢ الى ١٣ وقية وكثيرًا ما تساقط في فرانسا وايطاليا برَد وزن واحدتهِ نصف ليبرا . وهذا البرد كثير في الهند فقد سقط منهُ ما وزن واحدتهِ من ٨ الى ١٠ اواقٍ وكان بينها بَرَدتان وزن كلٍّ منها اكثر من ليبرا وذلك سنة ١٨٥٥ نحو الساعة السادسة ب ظ بقرب جبال حما لايا على عرض ٢٩° وفي ٢٢ ايار ١٨٥١ سقط برد كثير بحجم البرتقالة في جنوبي الهند على عرض ١٢° ش وفي الصباح التالي وجدوا قطعة جليد في بئرٍ جافة وكان طولها ½ ٤ قدم وعرضها ٣ اقدام وسمكها ½ ١ قدم ولاجرم انها تكوَّنت من تجمُّع البَرَد حتى صار بذلك الغلظ وليس انها سقطت من السماء كذلك وقد شاهدوا قطعًا كثيرة مثل هذه في الهند والولايات المتحدة

(٢٤٤) كمية البَرَد . قد تكون كمية البَرَد الساقط في غيثٍ واحدٍ عظيمةً . بلغ معدَّل سمك البرَد اربعة قراريط في نوءٍ حدث في نيوهمبشر سنة ١٨٥١ وبلغ تسع قراريط في نوءٍ آخر مرَّ بجزائر اوركني الى شمالي اسكوتسيا في ٢٤ تموز ١٨١٨ . وبلغ ستة عشر قيراطًا في شوارع مكسيكو في ١٧ آب ١٨٣٠



شكل ٥٤

(٢٤٥) شكل البَرَد . شكلهُ كروي وقد يكون بيضيًّا او مسطحًا غير منتظم وكثيرًا ما يكون على الكبير منهُ نتوات او اضراس او يتألف من قطع جليد ذات زوايا حجم القطعة بقدر الجوزة وانما بانضمامها الى بعضها البعض تصير البردة كالبرتقالة او كبيضة دجاجة الحبش حجمًا والقطع الصغيرة المذكورة تبدي ميلاً الى التبلور في الغالب . وقد يترصَّع البرد ببلورات منشورية الشكل ذات ست زوايا تستحيل الى اشكال اسطوانية متى ذابت زواياها. ترى في الشكل ٥٤ صورة بردة ربما كانت مؤلَّفة اصلاً من مناشير عديدة ملتحمة بعضها ببعض ثم تغيَّر شكلها بذوبان بعضها وهي ساقطة حتى انتزع بناؤُها البلوري . وقد تكون حجارة البَرَد على هيئة اهرام أُزيلت زواياها بذوبان بعضها وقاعدتها منقطع كرة

(٣٤٦) بناءُ حجارة البَرَد . مركز حجر البَرَد الكبير نواة ثلج متصلّب في الغالب عليها غلاف شفاف من الجليد وقد يكون عوضًا عمّا ذُكِر صفائح متعاقبة من ثلج مظلم وجليد شفّاف وقد يكون البناء شعاعيًّا ولعلهُ يحصل عن صفوف من الفواقع مرتبة في انصاف اقطار من المركز الى المحيط وحجر البَرَد الكبير قد يتألّف من جليد شفّاف صلب تتخلّلهُ فقاقيع كثيرة. ترى شكل ٥٦ مقطع بردة وشكل ٥٥ خارجها. واعلم ان البرد الشعاعي البنية يميل اذا تكسّر الى ان ينقسم اهرامًا كروية ذات صفائح موازية لقواعدها ولعلّ ذلك اصل البرد الهرمي الشكل . اما تكسُّر البرد الكروي فيظن انهُ ينتج عن تمدُّدهِ بغتةً بنفوذهِ هواء باردًا جدًّا ودخولهِ في آخر حارًّا بالنسبة الى ذاك



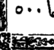
شكل ٥٥



شكل ٥٦

(٣٤٧) مواقع البَرَد . البرد قليل في المنطقة الحارة على مساواة سطح البحر وان وقع كان كبيرًا جدًّا وهو اكثر على ارتفاع ١٥٠٠ قدم وكثير على جبال الهند وعلى مساواة سطح البحر هناك الى جنوبي عرض ٣٠° . وهو كثير في الاعراض الوسطى ايضًا وفي اوربا اكثرهُ بقرب سواحل الاوقيانوس الاتلانتيكي ومن ثمّ يقلُّ كلما شرّقت فمعدّلهُ في فرانسا خمس عشرة مرّة في السنة وفي جرمانيا خمس وفي روسيا ثلاث . ويقع في كل جانب من الولايات المتحدة بلا استثناء الاّ ان الكبير منهُ نادر جدًّا فيها وهو قليل في جزائر الهند الغربية على الاطلاق

(٣٤٨) طرق انواء البَرَد . نوء البرد يجري جريًا سريعًا في مناطق مستقيمة قليلة العرض طويلة جدًّا . جرى في نيوهمبشر في طريق طولها عدة اميال وعرضها ميلان فقط وفي اوركني في طريق طولها عشرون ميلاً وعرضها ميل ونصف ميل على معدّل ٤٠ ميلاً في الساعة . وفي ١٣ تموز سنة ١٧٨٨ جرى من الجنوب الغربي من فرانسا الى سواحل الفلمنك على معدّل ٤٦ ميلاً في الساعة



شكل ٥٧

وكان طريقهُ منطقتين واضحتين عرض الغربية منهما ١١ ميلاً والشرقية ٦ اميال وبينهما فسحة ١٤ ميلاً وسقط في الواحدة قبل الاخرى وكان المطر يقع بينهما وخارجهما وبلغ طول كلٍّ منهما ٥٠٠

ميل ترى (شكل ٥٧) صورة قطعة من طريق هذا النوء في جوار باريس فالنقط فيهِ كناية عن البرد والخطوط عن المطر

(٢٤٩) الارتفاع الذي يتكوّن البَرَد عليهِ . قد عرف هذا الارتفاع بالمشاهدة في الاراضي الجبلية . فالنفناف يقع كثيرًا على قمة الجبل الابيض اي على ارتفاع ١٥٧٤٤ قدمًا عن مساواة سطح البحر واما البرد الكبير فلم يشاهد هناك وقد سقط على ارتفاع ثمانية آلاف قدم في الهند برَد في حجم اضرَّ بالارزاق ضررًا بليغًا . وفي ١٨٥٢ سقط برَد ثقل الواحدة منهُ ٨ ليبرات على لحف جبل في جنوبي فرانسا ولم يشاهد الاَّ برَد صغير على ارتفاع ٤٠٠٠ الى ٥٠٠٠ قدم هناك فاستنتجوا من هذه المشاهدات وما يشبهها ان البرد يبتدئ يتكوّن في الاعراض الوسطى على ارتفاع ١٦ الف قدم ويفٍ وانهُ يبلغ اعظم جمهو تحت الخمسة آلاف قدم ارتفاعًا

(٢٥٠) اصل البَرْد المسبّب البَرَد . ان البرد الذي يجدّ مقادير عظيمة من الجليد في الصيف ناتج عن الارتفاع فقط وكثيرًا ما وُجدت حرارة البرد حال وقوعهِ تحت ٣٢° واحيانًا ٢٥° ف فلا بدَّ انهُ قد طرأت عليها حرارة اوطأ كثيرًا من درجة ذوبان الجليد وربما كانت ٢٠° ف. اما معدَّل حرارة الصيف على ارتفاع ١٨ الف قدم بجوار نيويورك فعشرون درجة ويُظَنُّ ان حرارة الهواء العلوي اوطأ من ذلك جدًّا عند تكوين البرد

(٢٥١) الصوت السابق سقوط البَرَد . هو صلصلة تسمع قبل وقوع البرد بثوانٍ او بضعة دقائق اشبه شيء بطقطقة جوز كثير في كيس اذا هزَّ عنيفًا وقد علَّلوا عنهُ بمزيد سرعة نزول البرد في الهواء وقال آخرون هو عن كهربائية تتفرَّغ تفرُّغًا ضعيفًا من بردة الى اخرى فان الكهربائية ترافق البرد دائمًا

(٢٥٢) مرافقة البرد مجريان من الهواء . يرافق البرد مجريان مختلفان من الهواء وهو في حال تولُّدهِ فيحلُّ احدها بشدَّة عظيمة محل الآخر ويكون السابق لهُ منهما شديد الحرارة كثير الرطوبة جدًّا واللاحق باردًا قارسًا فمتى حل البارد محل الحار اكرههُ على الارتفاع الى علو عظيم عن سطح الارض فيتكاثف بخارهُ بغتةً متحوِّلاً الى غيمة برَد غير ان مقدمها ماءٌ حرارتهُ قريبة من ٣٢° ووسطها ثلجٌ حرارتهُ تحت ٢٠° في بعض الاحيان

(٢٥٣) كيفية تولُّد البرد. قد تبيَّن من رصود رُصِدَت على قمم الجبال ان مقدم غيمة البرد يتحرَّك حركة زوبعية شديدة تدور على محورافقي فتجمع الثلج كريات تصير كلٌّ منها نواةً لبردة ثم تساق كرهًا الى مقدَّم الغيمة حيث تغلَّف بماءٍ يتحوَّل ببرودتها الى جليد ويزيدها صلابةً مغلفًا اياها غلف بجليد شفَّاف ثم تنزل بالحركة الزوبعية الى الثلج محاطةٍ بماءٍ غير جامد فتُغلَّف بغلافٍ من ثلج ثم

تصعد بها ايضًا الى الماء وتتغلف بهِ فيجمد عليها لسبب برودتها وهكذا تنغمس تارةً في الثلج واخرى في الماء فتكتسي من ذاك ثلجًا رخفًا ومن هذا جليدًا شفافًا فتكبر بسرعة عظيمة ولا يمضي عليها الاَّ دقائق قليلة حتى تصير بَرَدَةً قطرها ثلاثة قراريط او اربعة وقد شاهد هذه الحركة موسيو لوكوك سنة ١٨٢٥ على راس جبل في جنوبي فرانسا

(٣٥٤) كيفية عوم البرد في الهواء . ان عوم البرد في الهواء على ثقلهِ مسبَّب عن حركة صاعدة شديدة تتأتّى عن حلول الهواء البارد محل الحار فانهُ اذا سقطت كرة من جليد قطرها قيراطان في هواء هادئٍ تبلغ سرعتها حالاً ٩٠ قدمًا في الثانية واما اذا سقطت بردة غير قياسية الشكل فلا تبلغ سرعة الكرة لزيادة مقاومة الهواء لها غير انها لاتزال تسقط من علو ١٨٠٠٠ قدم في نحو ثلاث دقائق وهذا الوقت لا يكفي لان تتكوَّن فيهِ قطع من الجليد ثقل الواحدة منها ليبرا الاَّ انهُ اذا صعد مجرى من الهواء بسرعة ٩٠ قدمًا في الثانية اوقف كرة جليد قطرها قيراطان عن السير وقلَّل سرعة البرَد الاكبر تقليلاً عظيمًا

(٣٥٥) مدَّة عوم البرد في الهواء . الحركة الصاعدة المذكورة تكفي على ما يُظَن لان توقف اكبر البرد عن السقوط ما دام في وسط حركتها الزوبعية ومدَّة ثبوتهِ هناك عشر دقائق على المظنون وفيها يتكوَّن اكبر البرد حجمًا ومتى شرد البرد منها وصل الصغير الينا في دقيقتين والكبير في دقيقة من علو ٥٠٠٠ قدم

(٣٥٦) اصل مناطق البرد المتوازية . قد يتفق انهُ يحدث حركتان زوبعيتان او ثلاث في يوم واحد وساعة واحدة تقريبًا في اماكن لا تبعد كثيرًا بعضها عن بعض فتسقط البرد في مناطق بينها من ١٠ اميال الى ١٠٠ ميل . كذا جرى في نوء حدث في فرانسا سنة ١٧٨٨ وفي انواء كثيرة في الولايات المتحدة

(٣٥٧) اصل الغناف . ان البرد الذي يسقط شتاء صغيرًا رَخِفًا كالاسفنج يتكوَّن على ما يُظَنُّ كتكوُّن البرد الكبير صيفًا غير انهُ لما كان البخار في الشتاء قليلاً وما يتحوَّل منهُ الى بردٍ كذلك كان البرد لا يبلغ شتاء الحجم الذي يبلغهُ صيفًا

(٣٥٨) اعواد للوقاية من البرد . قد لاح لجماعة ان يقوا حقولهم وكرومهم من مضار البرد بنصب عيدان في راسها قطع حديد مروسة موصولة بالارض زاعمين انها تجتذب كهربائية السحاب وشاع نصبها في سويسرا ولكن بدون ان يفي بالمرغوب والسبب في ذلك ان الكهربائية ان لم تكن عديمة الدخل في تكوين البرد فدخلها فيهِ ضعيف كما يظن ولو امكن ان يتفرَّغ غيم البرد من كل كهربائيتهِ حال ظهورهِ استبعد ان يتكوَّن برد كثير كبير كجاري العادة ولو فُرِض ان الكهربائية

هي الفاعل الوحيد في تكوين البرد ما امكن ان توقى الحقول والاغراس بالاعواد الآن تنصب متقاربةً جدًّا على وجه القارة كلها وذلك لان السحاب قد يسير في الاعراض الوسطى بسرعة ٤٠ ميلاً شرقًا فالبرد الذي يسقط في محل يتكوّن وغيمتهُ الى غربي ذلك المحل اميالاً كثيرة فيقتضي والحالة هذه لوقاية بقعة صغيرة هناك ان تُنصَب العيدان في كل البلاد مسافة اميال كثيرة غربًا بل قد يتفق انهُ متى وصلت غيمة البرد فوق محل منصوبة فيهِ الاعواد تسكب عليهِ حالاً بردًا كثيرًا كان يسقط الى شرقيهِ لولم تتفرّغ كهربائية الغيمة على عيدانهِ

[ان الآراء الشائعة من جهة تولُّد البرد غير شافية ولا شك في توليدهِ بنفوذ مجرى هواء بارد عنفًا في هواء سخن مشبع بخارًا ولا صعوبة في التعليل عن وجود الهواء السخن الرطب بل الصعوبة في التعليل عن مجرى الهواء البارد الكافي لحط حرارة السخن الى ما تحت ٣٢° ف والى الآن لم يُعلَّل عن ذلك بما يرضي]

الباب السادس

في الانواء والزوابع والاعاصير

الفصل الاوَّل

في ماهية النوء واحكامهِ

(٣٥٩) ماهية النوء. النوء في اصطلاح هذا الفن الريح اذا ثارت بشدّة واستوسعت ويصحبهُ مطر او بَرَد او ثلج وفي الغالب برق ورعد غير ان مساحة النوء قد تكون اوسع من مساحة المطر الذي يرافقهُ

(٣٦٠) علّة الانواء . علة النوء صعود الهواء بزخم وانساع إلى اعالٍ تُكثّف بخارهُ ببرودتها وذلك ان الهواء يكسب حرارة من الشمس ويخسر حرارة بالاشعاع اما ما يكسبهُ راسًا بامتصاصهِ اشعة الشمس في نفوذها اياهُ عموديةً فربع واما الثلثة الارباع الباقية فتمتصها الارض فترتفع حرارتها وترتفع منها حرارة الهواء بالمجاورة . فمعظم حرارة الهواء المكتسبة ياتيهِ من الاسفل اما الحرارة التي يخسرها فيشعها من الاعلى لسهولة الاشعاع هناك

ولمّا كانت كثافة الهواء تقلّ بازدياد الحرارة كان فعل الحرارة فيهِ ممّا يعدمهُ الموازنة فتصعد طبقاتهُ السفلى الى محل العليا فيحصل منها مجارٍ صاعدة وذلك في كل يومٍ هادئٍ . وكلما صعد الهواء تناقص الضغط عنهُ فيتمدد ويبرد على معدّل نحو ٢٨° لكل ميلين من الصعود ومتى صار على ارتفاعٍ كافٍ تكاثف جانب من البخار الذي ينقلهُ عن سطح الارض بالبرودة التي تحصل من تمدُّدهِ وتحوّل الى غيمة . والارتفاع المشار اليهِ يتوقف على فرق درجة الندى عن درجة حرارة الهواء فاذا كانت درجة الندى اوطأ من درجة الحرارة ١٠ درجات ابتدأ الغيم في التكوّن على ارتفاع ١٥٠٠ قدمٍ عن سطح الارض تقريبًا

(٣٦١) ظهور الحرارة المختفية . تظهر حرارة البخار المختفية حال ابتداء تكوّن الغيمة . وذلك ان تحويل الماء الى بخار يقتضي حرارة لايدل عليها الثرمومتر فمن ذلك تسميتها بالمختفية ثم ان رُدَّ البخار الى ماء ظهرت فيشعر بها وعلى ذلك اذا تحوّل من البخار ما يساوي قدمًا مكعبًا من الماء الى ماء اظهر من الحرارة ما يُصرَف في تحويل قدم مكعّب من الماء الى بخار. واذا نزل على سطح مستوٍ قيراطٌ من المطر فمقدار الماء الذي يتكوّن من البخار مليونا قدم مكعّب ونيف لكل ميل مربع من سطح الارض فيظهر من الحرارة على الميل المربع ما يُصرَف في تحويل مليوني قدمٍ مكعّب من الماء الى بخار. فيسخن بها الهواء الذي في الغيمة ويتمدد فتصعد الغيمة ما بقيت حرارتها فوق حرارة الهواء المحيط بها وفيما هي تصعد يزيد البخار المتكاثف فتظهر حرارتهُ المختفية وتزيد حرارة الهواء في الغيمة

شكل ٥٨

(٣٦٢) شكل الغيم المتكوّن على هذه الكيفية . اذا تكوّنت غيمة بصعود عمودٍ من الهواء ظهر لها راس منتفخ وبقيت قاعدتها مستوية اي كانت الغيمة مسطحة الشكل ولو بلغت ارتفاعًا عظيمًا عموديًّا . اما صعود عمود الهواء فتراهُ موضحًا (شكل ٥٨) وهو كثير الحدوث في الايام الهادئة وقد

يتحد منهُ اثنان متقاربان فيستحيلان الى واحد . والغيوم التي تتكوَّن بهِ نهاراً تنزل مساء وتذوب اذ يبرد سطح الارض بالاشعاع فيكون النهار مغيمًا والمساء صاحيًا الَّا انهُ اذا اشتدَّت حرارة الهواء وكان البخار كثيراً فيهِ تزايدت المجاري الصاعدة الى ان ينزل المطر

(٢٦٣) سبب هبوط البارومتر تحت غيمة . ان تمدُّد الهواء في الغيمة المتكوّنة هو علة انتشار الهواء من فوق وسط الغيمة الى كل الجهات ولاسيما بعد ابتداء نزول المطر فيهبط البارومتر تحت وسطها عن معدَّل ارتفاعهِ ويرتفع عن المعدَّل خارج حدودها ثم ان الهواء المنتشر يهبط عند الحدود لعظم ثقلهِ فيجري جانب منهُ محاذيًا سطح الارض الى مركز العمود الصاعد ويكون وراء حدود الغيمة ريح خفيفة خارجة منهُ وبما ان انتشار الهواء من فوق الغيمة اسرع من جريهِ تحتها يزيد قطر الانواء بذلك وكثيرًا ما تتسع بسرعة كلية حتى تعمّ مساحة قطرها الف ميل ونيف من الارض

(٢٦٤) رسم رصود البارومتر على خارتة . قد انتشر الرَّصَد على جانب عظيم من الارض لاكتشاف احكام الانواء . فان أُرِيد الوقوف على خلاصة كل رصود البارومتر في بلاد اقتضى ان تُرسَم خارتة تلك البلاد ثم يُوصَل بخط بين جميع الاماكن التي يكون البارومتر فيها على ارتفاعهِ الاوسط في وقت معلوم وبخط آخر بين التي يكون البارومتر فيها اوطأ قيراطًا من ارتفاعهِ الاوسط وبخط آخر بين التي يكون فيها ارفع قيراطًا من ارتفاعهِ الاوسط في وقت واحدٍ وهلمَّ جرًّا فتُعرَف الاماكن التي يكون ضغط الهواء فيها قليلاً او كثيرًا ويُعرَف مقدار الزيادة والنقصان على اتم منوال

(٢٦٥) مقدار هبوط البارومتر. الانواء تثور في الغالب على جانب عظيم من الارض في وقت واحد وتمتاز انواء الشتاء بالشدَّة والاتساع وقد انفردت بالخصائص الآتية لزيادة فهم احكامها وان تكن هي وانواء الصيف واحدة في ماهيتها على الاصح دون الشدَّة والاتساع . من تلك الخصائص هبوط البارومتر كثيرًا عن ارتفاعهِ الاوسط عند حدوث النوء وارتفاعهُ عنهُ بعد انتهاء النوء ففي الاعراض الوسطى من اميركا الشمالية يهبط البارومتر عن ارتفاعهِ الاوسط في بقعة من الارض قطرها ١٠٠٠ ميل ونيف عند عبور النوء عليها في الشتاء

ومنها استدارة البقعة التي يهبط البارومتر فيها او استطالتها بحيث يبلغ طولها ثلثة امثال عرضها فيكون شكلها بيضيًّا محورهُ الاطول الى الشمال والجنوب في الولايات المتحدة . واعلم ان البقعة التي يهبط البارومتر فيها عن معدَّل ارتفاعهِ قد تبلغ نحو ٢٠٠٠ ميل من الشمال الى الجنوب و ١٠٠٠ ميل من الشرق الى الغرب وقد تبلغ بقعة هبوطهِ نصف قيراط عن معدَّل ارتفاعهِ ٨٠٠ ميل وقد يهبط في مركز النوء قيراطًا عن معدَّل ارتفاعهِ . اما ما وراء بقعة الهبوط فيرتفع نصف قيراط في الغالب عن معدَّل ارتفاعهِ وقد يرتفع قيراطًا وما زاد على ذلك فنادر

(٣٦٦) مقابلة امواج الهواء بامواج البحر. لو كان اختلاف الضغط المذكور حاصلاً عن تغيُّر ارتفاع الهواء لا عن تغيُّر في قوة مرونته ولو كان الهواء منظورًا لكان اذا وقف راصد فوق الارض يرى للهواء ارتفاعًا وانخفاضًا كما يُرى في موج البحر ولكنهُ يكون اعظم جدًّا في الهواء فان عرض موجة البحر قصبات قليلة وطولها اميال قليلة واما عرض موجة الهواء فقد يبلغ الفًا او الفين من الاميال وطولها الوفًا منها

(٣٦٧) تعاظم النوء وانحطاطهُ بالتدريج. يبتدئ نوء الشتاء تدريجًا حتى يبلغ اشدَّهُ بعد عدَّة ايام ثم ينحطُّ كذلك حتى ينتهي ويكون انقضاء هذه التغيُّرات في عدَّةٍ من الايام اسبوع او اسبوعين فاكثر. وقد تنحصر التغيُّرات في صقع واحد فلا ينتقل النوء من مكان الى آخر غير ان الغالب هو ان ينتقل قريبًا من سطح الارض فلا يلبث في مكان واحد اكثر من يوم او يومين مع انهُ لا ينقضي الاَّ في اسبوع او اسبوعين

(٣٦٨) جهة النوء ومعدَّل سيره. اذا ثار النوء بعنفٍ مسرعًا جدًّا فجهتهُ في الاعراض الوسطى من القارة الغربية من الغرب الى الشرق دائمًا وقد شوهد انها تتحوَّل من الشرق المحض الى ٥٤° شماليَّ الشرق. اما معدَّل سيره فمن صفر الى ٤٤ ميلاً في الساعة على ما رُصِد. فانهُ يسير من سان لويس الى نيويورك في نحو اربع وعشرين ساعةً وكذلك من نيويورك الى نيوفوندلاند. واذا انخفض البارومتر جدًّا في نيويورك ارتفع جدًّا في سان لويس غالبًا وكذا في نيوفوندلاند واذا ارتكز النوء الاَّ قليلاً في محلٍ فهيئة البقعة التي يهبط البارومتر فيها مستديرة واذا سار مسرعًا ضاقت البقعة واستطالت من الشرق الى الغرب ولذا يُقال ان انواء الشتاء تسير مجانبةً اي وجانبها سابق لها

(٣٦٩) سقوط المطر او الثلج. اذا هبط البارومتر كثيرًا فجاءةً وقع مطر او ثلج الاَّ في ما ندر ويكون اعظم وقوع المطر او الثلج في مكان اعظم هبوط البارومتر ولما كان المطر والثلج يقعان في احوال متشابهة الاَّ الحرارة فكثيرًا ما يُسقِط النوء الواحد ثلجًا في شمالي الولايات المتحدة ومطرًا في جنوبيها

(٣٧٠) جهة الريح على جوانب النوء. بما ان الريح تجري دائمًا من المكان المرتفع البارومتر فيهِ الى المكان الهابط فيهِ فلا بد انها تجري من كل ناحية من نواحي الانواء الشديدة الى داخلها قاصدةً مركزها كما انهُ اذا غُرِف ماء من بركةٍ ساكنة جرى الماء من كل ناحية ليشغل حيِّز الماء المغترَف

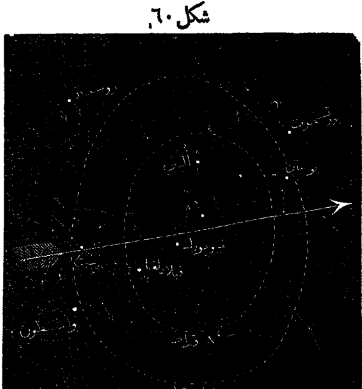
غير ان المجاري التي تطلب المركز لا تبلغهُ راسًا لان الريح التي الى شماليِّ المركز تاتيهِ من اعراض سرعتها شرقًا اقل من سرعة الاعراض التي تاتيها فتحسب حركتها الى الغرب فيقال انها شمالية

شرقية وذلك من دوران الارض ولولاهُ لبقيت محسوبة شمالية على حقيقتها . وكذلك الريح التي الى جنوبي المركز فانها تاتي من اعراض حركتها شرقًا اسرع من حركة الاعراض التي انت اليها فتكون حركتها النسبية الى الشرق وتُحسَب ريحًا جنوبيةً غربيةً بدوران الارض مع انها جنوبية لولاهُ . فلذلك لا تاتي الرياح الى المركز راسًا من مهابها الحقيقية بل تدور دورانًا لولبيًّا راسمة حولهُ دائرة كبيرة ودورانها في الولايات المتحدة يخالف دوران عقرب الساعة اي هي من اليمين الى اليسار. اما قوة الريح فتناسب مقدار هبوط البارومتر وسرعة هبوطهِ

شكل ٥٩

(٢٧١) النوء الاوربي . ان جهة الريح تختلف كثيرًا على سطح الارض لعدم استوائهِ ولتغيُّرات محلية في الرطوبة والحرارة اما جهتها الغالبة في الانواء الشديدة فقد ثبتت بالرصد انها تجري على الاحكام المقرَّرة آنفًا . ترى (شكل ٥٩) جري الريح كما ظهر قرب مركز نوء مطر وثلج شديد في اواسط اوربا في ٢٥ كانون الاوَّل ١٨٢٦ فالشكل البيضي الصغير يدل على البقعة التي هبط البارومتر فيها ثلاثة ارباع القيراط عن معدَّل ارتفاعهِ والبيضي الكبير على التي هبط فيها نصف قيراط فقط والسهام على جهة الريح كما رُصِدَت في فسحةٍ قطرها نحو ٩٠٠ ميل. وثبت هذا النوء نحو اربعة ايام

شكل ٦٠



(٢٧٢) النوء الاميركاني . ترى (شكل ٦٠) رسم جري الريح كما رُصِدَت قرب مركز نوء ثلجٍ ومطرٍ شديد حدث في جوار

نيويورك سنة ١٦ شباط ١٨٤٣ فالشكل البيضي الصغير يدلُّ على البقعة التي هبط البارومتر فيها $\frac{٨}{١٠}$ القيراط عن معدَّل ارتفاعهِ والشكل الكبير على البقعة التي هبط فيها $\frac{٧}{١٠}$ القيراط والسهم الطويل على جهة سير النوء والسهام القصيرة على جهة الريح كما رُصِدَت في فسحةٍ قطرها نحو ٥٠٠٠ ميل .

[نسبة الحرارة ودرجة الندى الى الانواء . الحرارة ترتفع في الاماكن التي يتقدَّم النوء اليها والتي لحقها مقدمهُ وتهبط في تلك التي قد فاتها مقدمهُ. اي اذا هبط البارومتر ارتفع الثرمومتر وبالعكس. والحرارة قدام النوء على الغالب فوق الدرجة الاعتيادية وتحتها خلفهُ غير انهُ اذا زادت كثيرًا في مقدمهِ فقد تكون فوق الاعتيادية خلفهُ ايضًا . واذا ارتفعت الحرارة سريعًا بما يُعتبَر بعد نوء يُنتظَر نوء آخر عن قريب اما درجة الندى فعالية في مقدم النوء وواطئة خلفهُ وذلك بسبب كثرة رطوبة الهواء في الاوَّل وقلتها في الثاني

بعد هبوط البارومتر مدَّة تُرَى الغيوم آخذة تمتدُّ في الجوّ ويبتدئُ سقوط المطر حينًا بعد حين وكلما قرب مركز النوء الى محل يزيد المطر ويتواصل وبعد مرور مركز النوء يرتفع البارومتر ويخفُّ المطر وينقطع الغيم وتهبط الحرارة]

(٢٧٣) تمييز جهة الريح من جهة النوء. يتضح مما سبق ان جهة الريح هي غير جهة سير النوء على سطح الارض فان النوء يسير الى الشرق ابدًا واما الريح فتذهب كل مذهب في اماكن مختلفة داخل حدود النوء . غير انهُ اذا كان النوء عظيمًا هبَّت الريح عند قدومهِ من الشمال الشرقي في الاماكن التي الى شمالي مركز النوء ثم دارت الى الشمال الغربي بعد عبور النوء مارةً بالشمال . ويكون هبوبها من الجنوب الشرقي عند قدوم النوء في الاماكن التي الى جنوبي مركزهِ ثم تدور الى الجنوب الغربي بعد عبورهِ مارةً بالجنوب . وكثيرًا ما يقع مركز نوء الشتاء في الشمال خارج حدود الولايات المتحدة فتهبُّ الريح من الشرق او الجنوب الشرقي عند مقدَّمة النوء ومن الغرب او الجنوب الغربي عند موخَّرتهِ وهذا آخر ما وصلوا اليهِ بالرصد

(٢٧٤) . سكون الريح عند مركز النوء. الريح تكون غالبًا هادئة قرب مركز النوء اذا كان شديدًا وقد يكون سكون تامٌّ هناك وقد تتمزَّق هناك السحب فيظهر الجوّ من خلالها او تنقشع فيصحو بضع ساعات وتكون الريح خفيفةً والحرارة معتدلة الى ان يمرَّ مركز النوء بالراصد جاريًا شرقًا فيدور مهب الريح الى الغرب وياخذ البارومتر في الارتفاع فيتجدَّد المطر او الثلج ويقع بشدَّة بعد ما يكون قد انقطع الآن زمان وقوعهِ لا يكون طويلاً

(٢٧٥) الريح في اقصى حدود النوء . هي خفيفة قرب خط اعظم الضغط المحيط بنوء شديد ومختلفة الجهة على جانبي الخط المذكور الّا ان الغالب فيها انها تجري الى خارجهِ ولذلك قد يتفق

ان الرياح تهبُّ مضادّةً بعضها لبعض في اقصى حدود النوء فتجري في الجانب الواحد الى الداخل اي الى النوء وفي الجانب الآخر الى الخارج اي عن النوء

(٢٧٦) امتداد الريح من مكان الى آخر. لما كانت الرياح تتضادُّ تقريبًا في جهات متقابلة من النوء وكان سير النوء الى الشرق فمن الواضح ان من الرياح ما يمتدُّ من مكان الى آخر في جهة موافقة لجهة هبوبه ومنها ما يمتدُّ في جهة مخالفة وعلى ذلك اذا كان النوء شديدًا قرب مِسِّسبي كانت الريح في سان لويس شرقية على الغالب وفي نيويورك واوها يو غربيةً ثم يُشعَر بالشرقية في سنسناتي ثم في بتسبرج ثم في نيويورك ويبقى النوء سائرًا شرقًا اي ان الريح الشرقية تمتدُّ من سان لويس الى نيويورك في جهة مخالفة لجهة هبوبها. وبعد عبور النوء تهبُّ ريح غربية في سان لويس ثم يُشعَر بها في سنسناتي ثم في بتسبرج ثم في نيويورك اي انها تمتد في جهة موافقة لجهة هبوبها فيقال ان الاولى نافخة والثانية دافعة على ما علمت (ع ١٤٣)

(٢٧٧) الحرارة قرب مركز النوء. متى حدث نوء مطر عظيم شديد ترتفع درجة حرارة الهواء عن معدَّل ارتفاعها في الفصل الذي يحدث النوء فيهِ وقد تبلغ زيادة الارتفاع عشر درجات او عشرين او ثلثين وسبب ذلك ظهور الحرارة المختفية من البخار عند تحوُّلهِ الى ماء. غير ان البقعة التي يرتفع الثرمومتر فيها يخالف مركزها غالبًا مركز البقعة التي يهبط البارومتر فيها او التي يقع الثلج او المطر عليها فقد يرتفع الثرمومتر عشرين درجة عن معدَّل ارتفاعهِ على الجانب الشمالي الشرقي من نوء في الولايات المتحدة ولا يزال على اكثر من خمسة آلاف ميل من بقعة الثلج او المطر

ولعل السبب في ذلك هو ان الحرارة التي تظهر من تكاثف البخار تمدّد الهواء العلوي فتُحمَل شرقًا سابقةً النوء كثيرًا

(٢٧٨) انخفاض الحرارة بعد النوء. فمتى صعد الهواء السخن نزل البارد الى مكانهِ فتنخفض الحرارة فجأةً عقيب النوء الى اوطإ من عشر درجات او عشرين عن معدَّل ارتفاعها وبناء عليهِ فقد يكون اشدُّ الايام بردًا في سان لويس اشدَّها حرًّا في نيويورك متى ثار النوء في وسط الولايات المتحدة

(٢٧٩) فعل الاسباب المحلية في سير النوء. فعل الاسباب المحلية في سير النوء انها تحدث مجاري هواء صاعدة ومثلها قمم الجبال الشامخة فان جبال الالبا تفعل في انواء اوربا فعلاً عظيمًا وقد تملك حركاتها كافةً بان تعترض مسير الهواء فتصعدهُ الى علوٍّ عظيم فيبرد بغتةً فيتكاثف بخارهُ فتظهر الحرارة المختفية فيتمدَّد بها الهواء الذي حولها فيعلو على حدّ الهواء الاعتيادي ثم يجري جريًا جانبيًّا فينقص الضغط من تحت الغيمة المتكوّنة فيدلُّ البارومتر على قلة الضغط قرب الجبال وعلى ما تقدَّم يصير الجبل مركز النوء وقد يبقى النوء بالظاهر ثابتًا اياما في محلهِ بدوام فعل الجبل في

الهواء كما مرّ

(٢٧٩) فعل تيار الخليج . ان تيار الخليج يحدث مجاري هوائية صاعدة ايضًا وهو نهر ماؤهُ حارٌ يخرج من خليج مكسيكو ويدور بالقسم الجنوبي من فلوريدا ثم يجري على موازاة الولايات المتحدة تقريبًا على بعد مئة ميل عنها . حرارتهُ على عرض ٤٠° اعلى ٣٠° من حرارة الاوقيانوس المحيط بهِ والهواء الذي عليهِ حارٌ مشبع رطوبة فيحدث مجاري صاعدة وتزيد الانواء في جوارهِ عمّا في سائر اقسام الاوقيانوس . وحيثما ثار نوءٌ في نواحيهِ انعطف اليهِ لوجود معظم الرطوبة هناك وهي التي تتحوّل الى مطر ومتى التقى النوء بهِ تبعهُ جاريًا شرقًا وقد وجدوا ان اكثر الانواء التي تحدث على تخم الولايات المتحدة هناك مركزها تيار الخليج وانها تتبعهُ جارية معهُ شرقًا

(٢٨١) راي ردفيلد وراي اسبي . قد اتسع فن المتيورولوجيا كثيرًا في هذه الايام بجدّ العلاّمتين ردفيلد واسبي ولكلٍّ منهما قول في النوء . قال الاوّل ان جري الهواء في الانواء العظيمة هو في دوائر حول المركز وقال الثاني لا بل هو في جهة انصاف اقطار الدوائر الى المركز فيكون جريهُ الحقيقي الى الداخل نحو المركز . اما ما ظهر من الرصد فيخالف كلا القولين فلا يجري الهواء في دوائر الاّ نادرًا ولا يطلب المركز في جهة انصاف الاقطار البتة بل يجري في الجهة التي تحصل من تركيبهما معًا اي من تركيب جريي الهواء الى الداخل وجريهِ في دوائر فجري الريح الى المركز لولبيٌّ ولا بدّ لذلك من فرض أنّ الهواء يفلت اذ يصعد عن سطح الارض ويمتدُّ الى اعالي الجوّ

(٢٨٣) سبب هبوط البارومتر قرب خط الاستواء . ان الاحكام التي يجري النوء عليها يجري عليها دوران الهواء العام ايضًا على كيفية اوضح فانهُ متى التقت الرياح التجارية الشمالية الشرقية بالجنوبية الشرقية قرب خط الاستواء تصعد كرهًا فيتكاثف بخارها ويهطل مطرًا والحرارة التي تظهر تمدّد الهواء فيجري جريًا جانبيًّا من الاعلى ولذلك يهبط البارومتر عند خط الاستواء ويرتفع على بعد منهُ على كلا الجانبين

(٢٨٣) سبب هبوط البارومتر قرب عرض ٦٤° . وكذلك عند عرض ٦٤° فان الرياح الشمالية والجنوبية تتلاقى هناك فيخفُّ بتلاقيها ضغط الهواء لتحوُّل بخارهِ الى مطر ونحوهِ فيهبط البارومتر قرب ذلك العرض ويرتفع على بعد منهُ على كلا الجانبين . فالامطار الغزيرة هي علة هبوط البارومتر قرب خط الاستواء وعرض ٦٤° ولها دخل في ارتفاعهِ قرب القطبين وعرض ٢٣

(٢٨٤) سبب انتظام الرياح الموسمية . ان انتظام المواسم الجنوبية الغربية واشتدادها في الهند كما مرّ (عـ ١٥٣) مسبَّبان عن كثرة البخار الذي يتكاثف على جبال حمالايا فان الحرارة التي تظهر من تكاثفهِ تمدّد الهواء الذي على الجبال فيجري عنها من اعالي الجلد فينقص ضغط الهواء السفلي

ولذلك تصير الريح الجنوبية الغربية في الهند ريحًا شديدة ثابتة في الاشهر الحارة من السنة ولولا ذلك لكانت ريحًا ليّنة منقلبة

الفصل الثاني

في الزوبعة

(٢٨٥) الزوبعة. ان عدم استواء سطح الارض ولاسيما سطح الارض الكثيرة التلال يغيّر جهة الريح تغييرًا عظيمًا حتى تكون حركات الجلد عليها كثيرة التركيب وعديمة القياس في نوعٍ شديد بخلاف ما على الابحر فان حركات الجلد اكثر انتظامًا هناك . وقد تحقق ان هذه الحركات تدور على الغالب في دوائر عظيمة وتنبرم انبرام اللولب وهي المسمّاة بالزوبعة وحدوثها كثير في جوار جزائر الهند الغربية وفي البحر الصيني والاوقيانوس الهندي على جانبي خط الاستواء

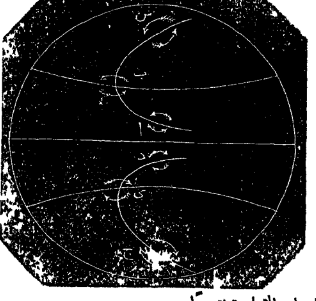
(٢٨٦) وقت الزوابع. وقتها في جزائر الهند من تموز الى تشرين الاوّل وتكثر في آب وذلك وقتها تقريبًا في بحر الصين وخليج بنكالا اما في الاعراض الوسطى فمن كانون الثاني الى اذار بناء على كثرة حدوثها وقتئذٍ

(٢٨٧) مصدر الزوابع . لم يَرِد بين كل ما ذُكِران زوبعة حدثت على خط الاستواء او قاطعته في سيرها وانما ورد ذكر زوبعتين ثارتا في وقت واحد على طول واحد في جهتين متقابلتين من خط الاستواء على بعد ١٠° او ١٢° منهُ . اما مصدر الزوابع فقريب الى حدّ الرياح التجارية الاستوائي حيث الريح قُلَّب فمصدر زوابع الهند الغربية بين ١٠° و ٢٠° شمالاً وطول ٥٠° و ٦٠° غربًا على حدود منطقة الرهو من الرياح القُلَّب وهو يوافق منطقة التحوّل الدائم الى بخار ونحوه

(٢٨٨) سير الزوابع. تجري الزوابع الى الغرب في نصف الكرة الشمالي منعطفةً قليلاً الى الشمال في بداءة سيرها من منطقة الرياح التجارية .وسيرها اوضح على عرض ٢٠° مما في بقية الاعراض وهو على عرض ٢٥° الى الشمال الغربي تقريبًا وعند عرض ٣٠° الى الشمال تمامًا ومن هناك يتغيّر بسرعة لانها تدور الى الشرق فيصير سيرها على موازاة حد الولايات المتحدة تقريبًا . وقد تتبّعوا سير انواء

كثيرة من عرض ١٠° او ١٥° الى عرض ٤٥° او ٥٠° فوجدوا ان مركز اشدّها يسير في شكل قريب من الهذلولي ابعد نقطة فيهِ غربًا واقعة عرض ٣٠°. وهو المدلول عليهِ بالخط ا ب س (شكل ٦١)

شكل ٦١



وهكذا سيرها في نصف الكرة الجنوبي فانها تدور قرب خط الاستواء ثم تسير مائلة قليلاً الى جنوب الغرب في اوّل سيرها وتذهب جنوبًا حتى يصير مسيرها الى الجنوب تمامًا على عرض ٢٦° تقريبًا من حيث تدور شيئًا فشيئًا الى الجنوب الشرقي فشكل مسيرها كما ترى في الخط د ي ج وذلك يشبه مسيرها في نصف الكرة الشمالي اما العرض الذي عندهُ يتحوّل سير الزوابع من الغرب الى الشرق فيوافق الحد القطبي للرياح التجارية تقريبًا

(٢٨٩) الحركة الدوّارية للزوابع . هي حركة للريح حول مركز النوء غير حركتها الانتقالية وهي لولبية على اليابسة يتبطّن بعضها بعضًا كما ذُكِر في الكلام على انواء الولايات المتحدة وكذلك على البحر الّا انها اوضح في الغالب . وهي تدور في شمالي خط الاستواء من اليمين الى اليسار في خلاف جهة دوران عقارب الساعة ومن اليسار الى اليمين في جنوبهِ . وينزل قرب مركز الزوبعة مطر كثير ويومض البرق ويدوي الرعد على اتمّ حالٍ

(٢٩٠) معدّل سير الزوابع . ان معدّل سيرها متفاوت جدًّا فاعظم ما وصل اليهِ في الهند الغربية ٤٣ ميلاً في الساعة واقلهُ ١٠ اميال فمعدّلها ٢٦ ميلاً . ومعدّل سيرها في بنكالا بين ميلين و٣٩ ميلاً في الساعة وفي الصين بين ٧ اميال و٢٤ ميلاً وفي الاوقيانوس الهندي الجنوبي بين ميل و١٠ اميال وكلها في الساعة بناءً على ما عُرِف بالرصد وسير بعض الزوابع بطيءٌ جدًّا فيقال انها ثابتة . اما جهة رياح الزوابع وسرعتها فلا تلتبس بجهة سير النوء وسرعتهِ لما بينهما من الفرق فان معدّل سير النوء ١٠ اميال او اقل في الساعة اما سرعة رياح الزوابع فاكثر من مئة ميل فيها

(٢٩١) قطر الزوابع . قطر بعضها ١٠٠ ميل وقطر البعض ٥٠٠ ميل وقد يبلغ ١٠٠٠ ميل وقد يكون قطرها في الهند الغربية ١٠٠ ميل ثم يطول عند وصولها الى الاوقيانوس الاتلانتيكي فيبلغ ٦٠٠ او ١٠٠٠ ميل وقد يعكس ذلك اي يقصر قطرها في سيرها فيخشى شرّها لاشتداد عنفها

وعصف رياحها من محيطها الى مركزها الاَّ بقعة صغيرة حول المركز تماماً تكون الريح فيها ساكنة

(٢٩٢) سوابق الزوابع . يسبقها هواء حارٌّ وغر وريح معتدلة او ساكنة ثم يهبُّ النسيم من الشرق ويهيج ولهُ حنينٌ خفيف وبعد ساعات قليلة يشتدُّ الحنين ساعةً او اكثر ثم تنقلب الريح فجأةً غربية وتعصف وهي عظيمة الخطر على السفن . وكثيرًا ما يسبقها تعاظم موج البحر بفعل الريح فيهِ فيسبق الموج النوء الآتي بالزوبعة . ويترجرج البارومتر جدًّا مدَّة عبور الزوبعة صاعدًا وهابطًا بسرعة وعليهِ حُكِم انهُ اذا ترجرج البارومتر كثيرًا انبأ بقدوم زوبعة في الغالب . ويبتدئ اسرع هبوط البارومتر قبل عبور المركز بثلاث ساعات الى ست واعظم هبوطهِ في وسط مساحة النوء وقبل زوال شدَّة الزوبعة ياخذ البارومتر في الارتفاع

اما هبوط البارومتر مدَّة عبور النوء فيختلف باختلاف شدَّة النوء والغالب انهُ يبلغ القيراط وقد يبلغ قيراطين واكثر واما ارتفاعهُ بعد عبورهِ فبسرعة هبوطهِ عند قدومهِ (انظر جدولاً في آخر الكتاب)

(٢٩٣) سبب شلجمية مسير النوء . سبب شلجمية مسيرهِ من قرب خط الاستواء الى القطبين هو دوران الارض على محورها فلو أُدِير مقدار عظيم من الهواء حول محورٍ عمودي في نصف الكرة الشمالي لانحرفت دقائقهُ التي الى الجانب الشرقي من المركز الى الشرق اي يمنةً بمرورها على اعراض حركتها شرقًا اعظم من حركتها هي شرقًا . ولانحرفت دقائقهُ التي الى شمالي المركز وجنوبيهِ هكذا ايضًا اي ان دقائق الهواء المذكور تنحرف الى اليمين في دورانها فيميل ما دار بجانب خط الاستواء الى خط الاستواء وما دار بجانب القطب الى القطب . وتزداد القوة الحارفة من خط الاستواء الى القطبين لانها تناسب جيب العرض فضغط الهواء الى جانب القطب اعظم منهُ الى جانب خط الاستواء فيجري الهواء الدائر الى جهة الضغط الاعظم طبعًا اعني الى القطب

ثم ان الهواء الدائر يُجَلّ داخل حدود الرياح التجارية الى الغرب لان حركة الهواء بالاجمال الى الغرب هناك . ثم يُدفَع مزدحمًا نحو الشمال بالقوة الحارفة فيكون سير النوء الحقيقي الى الشمال الغربي وبعدما يفلت من الرياح التجارية يُجَلّ شرقًا لان حركة الهواء بالاجمال الى الشرق هناك ثم تدفعهُ القوة الحارفة الى الشمال كرهًا فيكون مسير النوء الى الشمال الشرقي . ويتضح مما تقدَّم سبب شلجمية الزوابع في نصف الكرة الجنوبي فانهُ مثلهُ

الفصل الثالث

في الريح الهوجاء

(٢٩٥) ان التفاف الهواء بعضهُ في بعض قد يثير عند مركز النوء العظيم ريحًا تدور بعنف شديد فتقتلع الاشجار وتهدم البيوت وتحمل اجسامًا ثقيلة مسافاتٍ شاسعة وهي الريح الهوجاء. ثارت واحدة منها في اوهايو الشمالية في ٤ شباط ١٨٤٢ وكان موقعها قرب مركز نوء مطر شديد الى الغاية فاقتلعت بيوتًا كثيرة من أُسسها وحملتها عدَّة قصبات ثم القتها فحطَّمتها ونثرت حطمها في طريقها مسافة سبعة اميال او ثمانية واقتلعت اشجار بلوط عظيمة قطر الواحدة منها قدمان كما يقتلع القصب الواهي وبرَمت بعضها فكسَّرتهُ كسرًا صغيرة لا يزيد غلظ الواحدة منها عن غلظ الاصبع. وكان عرض طريقها نصف ميل فقط وطريق ما اضرَّ منها اقل عرضًا مما ذُكِر ولم تبقَ في مكان واحدٍ اكثر من دقيقة وكانت تسير في جهة ٣٢° شمالي الشرق بسرعة ٢٤ ميلاً في الساعة

(٢٩٦) الريح الهوجاء في المنطقة الحارة. هي اشدُّ عنفًا هناك مما في الولايات المتحدة. حدثت واحدة شديدة منها سنة ١٧٨٠ ومرَّت ببربادوس فهدمت امتن بيوتها الى الاساس وقلعت اعظم شجرها وحملت مدفعًا حشوهُ اثنا عشر ليبرا ١٤٠ ذراعًا وكسرت سفنًا كثيرة واهلكت اربعة آلاف شخص. وحدثت اخرى في حزيران ١٨٢٢ قرب مصب نهر الكنج فاخربت اراضي كثيرة وهلك فيها نحو خمسين الف نسمةٍ اكثرهم بفيضان النهر

شكل ٦٢

(٢٩٧) فعل الهوجاء. ان حركة الهواء في الهوجاء لولبية تنعطف داخلاً ثم تصعد بحيث تجذب الاجسام من عن جوانب طريقها الى داخلها الى المركز ثم تحملها اما الثقيل منها جدًّا فتحملهُ في المركز واما الخفيف فترفعهُ كثيرًا وقد تحملهُ عدَّة اميالٍ قبل ان تقذفهُ من وسطها . ترى (شكل ٦٢) قطعة من طريق هوجاء مرَّت بنيوهافن

سنة ١٨٣٩ سائرةً في جهة ٥٠° شمالي الشرق فتركت الاشجار التي اقتلعتها مائلة الى الشمال عن يمينها والى الجنوب عن يسارها

ويسبق الهوجاء حرٌّ شديد وبرق ومطر دائمًا وبَرَدٌ غالبًا واذا مرّت ببلاد ذات تلال زعزعت كل ما على رؤُوس التلال غالبًا ولم تضرَّ بما وقع في بطونها فيُستدَل من ذلك على ان الريح الهوجاء قد تهبُّ على ارتفاع معتدل ولا تلحق سطح الارض

(٣٩٨) الدلائل على التفرقع. اذا اتت هوجاء على بيت مغلق الابواب والنوافذ فقد تدفع حيطانهُ بزخم شديد الى الخارج ويُستدَلُّ من ذلك على ان البيت قد اندكَّ بنقصان ضغط الهواء بغتةً خارجهُ وتمدُّد الهواء داخلهُ

الفصل الرابع

في اعمدة الرمال والاعاصير

(٣٩٩) الرياح الهُوج هي كما يُظَنُّ مثل الزوابع الصغيرة التي نشاهد في الازقة ولاسيما في الربيع والصيف اذا كان الطقس جافًا وهادئًا فترفع الغبار على شكل عمود الى علو سطوح البيوت. وحركة الهواء في هذه الزوابع لولبيَّة تلتف الى الداخل ثم تصعد فتجذب الاجسام الخفيفة التي بقربها الى وسطها ثم ترفعها الى اعلاها من حيث تفلت عن جوانبها وتسقط على كلتا ناحيتيها. وهذه الزوابع تدور من اليمين الى اليسار وبالعكس بخلاف الرياح الهوج فانها انما تدور من اليمين الى اليسار في نصف الكرة الشمالي. وما يشاهد منها في الازقة فلا يزيد قطرهُ عن بضعة قراريط واما ما يشاهد في الخلاء فقد يكون قطرهُ عدَّة اقدام فيحمل اوراق الشجر واجسامًا أُخَر خفيفة كبيرة. وقد تثور زوابع كهذه في فلوات افريقيا فترفع الرمال اعمدةً وقد تقتل القوافل. قال بروس انهُ شاهد في بلاد الحبشة احد عشر عمودًا من الرمال سائرة معًا في بادية وهذه الزوابع كثيرة في الهند

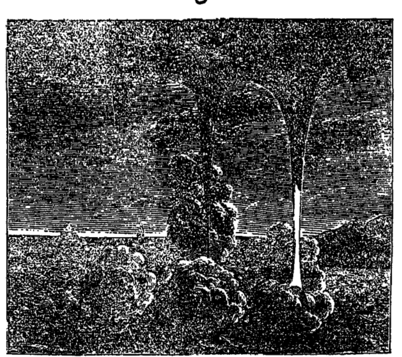
(٤٠٠) حدوث الزوبعة بالنار. الزوبعة تحدث عن كل ما يصعد بالهواء بشدَّة فاذا حدث حريق عظيم احدث زوبعةً كما يُرَى في فلوات غربي اميركا فانهُ متى حدث حريق فيها تولَّدت عنهُ زوابع ترفع الانسان عن الارض وتحملهُ مسافةً وقد يتجمَّع اللهيب هناك فيصير عمودًا. بلغ عمود

من هذا النوع ٣٠٠ قدمٍ علوًّا وكان شكلهُ كالمخروط العلوي من ساعة رملية . وقد حدث ما يشبه ذلك عند احتراق موسكو من ١٤ الى ٣٠ تشرين الاوّل ١٨١٢

(٣٠١) الاعصار. اذا ثارت زوبعة على الماء رفعت كثيرًا من الزبد عن وجههِ الى مركزها فيظهر هناك عمودًا جامدًا وهو ما يُسمَّى اصطلاحًا بالاعصار وتسميهِ العامَّة بالتنّين. والاعاصير مختلفة الاتساع وقد يبلغ قطرها عدَّة قصبات وارتفاعها نصف ميل

وتكوّن الزوبعة المشار اليها على علوٍّ في الهواء اولاً فلا تبلغ سطح البحر ثم اذا كان فوقها سحابة واطئة اندرجت اجزاءُ سطح السحابة السفلى بعضها في بعض حتى تصير على شكل مخروط منقلب يظهر معلقًا بالسحابة وقد يتطاول بسرعة وقد يهتزُّ الى الامام والخلف ثم يلتفُّ ويزول ولكن الاعصار يبقى ويمتدُّ رويدًا رويدًا الى ان يبلغ سطح الماء فيضطرب ويدور الزبد مسرعًا كما تدور الزوبعة فينصب عمودًا بين السحابة والماء مثل خرطوم الفيل مدلًّى من السحابة لونهُ سنجابي كلون السحابة وقد يكون اسود كالدخان الكثيف

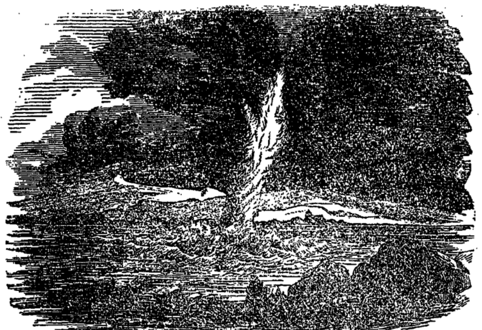
شكل ٦٣



وللاعصار حركتان معًا حركة دوران وحركة انتقال والاولى انما الى مسافة قصيرة حول العمود وفي ما وراءَ ذلك سكون . وهو سريع الزوال فلا تمرُّ عليهِ دقائق قليلة الاَّ تقلص وانقطع عن الماء فياخذ في الصعود رويدًا حتى يزول وقد يبتدئ بصعود الزبد عن سطح الماء بالتدريج الى ان يتكامل العمود بين الماء والسحاب فيُسمَع لهُ هدير كهدير شلال كبير. وقد يفرغ السحاب ما فيهِ

مطرًا غزيرًا بعد حدوث الاعصار ويكون المطر عذبًا وذلك يدل على انهُ من السحاب وليس من البحر. ترى (شكل ٦٣) اعصارًا في حالاتهِ الثلث الاولى عمود غير كامل والثانية عمود كامل والثالثة عمود قد زال منظرهُ الدخاني واخذ في الانقطاع

والاعاصير تتكوَّن غالبًا في زمان شديد الحرّ وهي كثيرة في منطقة الرهو من المنطقة الحارة وقد يتدلَّى اثنان او ثلاثة منها معًا من سحابة واحدة شوهد سبعة منها في نصف ساعة في ايار ١٨٣٠ على شط تيار الخليج والذي تراهُ (شكل ٦٤) اعصار ظهر على نهر الرين سنة ١٨٥٨



(٣٠٣) سقوط ضفادع واسماك ونحوها. قد تتساقط افواج من الحيوانات الصغيرة من الجوّ في اثناء نوءٍ شديد. حكى موسيو بلتيير الفرنساوي ان ضفادع صغيرة كثيرة تساقطت من الجوّ على برنيطتهِ ويديهِ وغطَّت الارض حولهُ. وقد شاهد جماعة من الرصد سمكًا صغيرًا وقع من السماء في فرانسا والهند وغيرهما وآخرون رملاً وقشًّا ونحو ذلك. ويعلّلون عن ذلك باعاصير تنقل تلك الحيوانات مسافات شاسعة ثم تلقيها وممَّا يؤيّد ذلك ان زوبعة حدثت في نابولي سنة ١٨٣٣ فمرَّت ببستان برتقان فسلبت منهُ برتقانًا كثيرًا وبعد بضع دقائق امطرت السماء برتقانًا على سطح بيت بعيد عن البستان. وكان ايضًا في فرانسا غدير كثير السمك فمرَّ بهِ اعصار سنة ١٨٣٥ فاغترفهُ ولا ريب انهُ امطر ما كان فيهِ من السمك بعد ان نقلهُ مسافة طالت او قصرت

الفصل الخامس

في الانباء بالطقس

(٣٠٣) لما كان الطقس في مكانٍ مفروض يختلف باختلاف احوالٍ كثيرة لا توجد في مكان آخر بعيد عنهُ وكانت معرفتنا بتلك الاحوال نفسها قاصرةً جدًّا لم يمكنًّا ان ننبئ بالطقس كيف يكون في مكان مفروض وزمان مفروض الاَّ على وجهٍ كثير النقص والريب على ان بعض الانباء بذلك ممكن

(٣٠٤) انباءُ مبني على ثبوت الاقليم . أنَّا باعتمادنا على ثبوت اقليم بلاد موكدٍ بالرصد يمكننا ان ننبئ بطبيعة الشهر او السنة على وجه الاحتمال وذلك لان الاقليم يبقى غير متغيّر على مدى الادوار فانهم من بعد ما اطالوا الرصد قرنًا كاملاً في اماكن شتى من الولايات المتحدة واوربا لم يظهر فرق في معدَّل حرارة السنة ولا في معدَّل حرارة كل شهر على حدةٍ ولا في فسحة ارتجاج الثرمومتر ولا في وقت آخر صقيع الربيع واوَّل صقيع الخريف ولا في معدَّل المطر والثلج السنوي ولا في معدَّل جهة الريح ولا دليل يوثق بهِ على ان اقليمًا قد تغيَّر ما يشعر بهِ في مدَّة ٢٠٠٠ سنة . نعم ان قطع الاشجار والغابات يفضي الى زيادة تاثير اشعة الشمس في الارض وتحويل الرطوبة الى بخار وتجفيف الينابيع صيفًا وتشديد اليبوسة غير ان ذلك لا يُؤَثّر في معدَّل حرارة المكان تاثيرًا يُشعَر بهِ ولا ينقص معدَّل المطر السنوي واذ قد تأكَّد ثبوت الاقليم غير متغيّر يمكننا ان ننبئ على وجه الاحتمال بحالة شهر مستقبل

(٣٠٥) ما يُستنتَج من الشهور الشاذَّة . اذا تتابعت اشهر باردة او حارَّة على خلاف العادة فلا يستنتج منها ان الاقليم قد تغيَّر تغيُّرًا دائمًا وان الاشهر اللاحقة تكون كالسابقة بل انها تكون مغايرةً لها لان اختلاف معدَّل حرارة السنة قليل جدًّا فكلما طال زمان حرٍّ زائد ترجَّح انهُ سيتلوهُ زمان بارد وبالعكس وهذا الانباءُ واشباههُ مستخلص من التواريخ العلمية ومن المبادئِ المبنية على رصود مستطيلة

(٣٠٦) انباءُ مبني على احكام الانواءِ المثبتة . اذ قد تقرَّر ان الانواءَ العظيمة تجري على احكام معروفة من حيث هبوب الريح فيها وجهة سيرها فكثيرًا ما تُعرَف هذه الانواءُ من سيرها ويحكم بهِ على تغيُّرات تعقبها بعد ساعات قليلة . مثال ذلك اذا وردت رسائل برقية تخبر بحالة

الطقس في وادي نهر مسيسبي وجداوله امكن في الغالب ان ينبأ بثقة بقدوم نوء عظيم قبل ان يُشعَر بشدتهِ في نيويورك باربع وعشرين ساعةً

(٢٠٧) رصود الآلات المتيورولوجية في محل واحدٍ. اذا اقتصر الرصد على محل واحدٍ زاد الريب في الانباء لان تغيُّرات الآلات المتيورولوجية ليس لها معنى واحد في كل الارض. غير انهُ متى ارتفع البارومتر عن معدَّل ارتفاعهِ في ما وقع من الولايات المتحدة على شاطئ الاوقيانوس الاتلانتيكي دلَّ على قدوم نوء من الشمال الشرقي وحينئذٍ يدور الهواء الى الشمال الشرقي ويطبقُ الغمام الجوَّ وبعدما يبتدئُ نزول المطر او الثلج ياخذ البارومتر في الهبوط ومتى بلغ اوطأهُ تصير الريح شمالية او شمالية غربية وحينئذٍ ياخذ في الارتفاع

اذا هبَّت الريح من الشرق او الجنوب الشرقي ودارت مارَّةً بالجنوب هبط البارومتر حتى تصير الريح جنوبية غربية وقد تهجع حينئذٍ ثم تجدّد هبوبها وتصير شمالية غربية فينخفض معها الثرمومتر ويرتفع البارومتر

اذا هبط البارومتر كثيرًا بسرعة كما اذا هبط ثلاثة ارباع القيراط في اربع وعشرين ساعة دلَّ على قدوم نوء مطر وثلج واذا كان الثرمومتر واطئًا في فصل كانت الريح فيهِ من نواحي الشمال او كان عاليًا فمن نواحي الجنوب واذا هبط البارومتر وارتفع الثرمومتر وكانت الرطوبة كثيرة فربما جاء مطر وريح من الجنوب الغربي

اذا صعد البارومتر بسرعة دلَّ على عدم ثبوت الطقس على حال واذا صعد ببطوء فعلى الصحو وكل ما كان سريع التغيُّر في الطقس او في الآلات كان مدلولهُ قصير الدوام وكل ما تغيَّر بالتدريج كان مدلولهُ اطول دوامًا

(٢٠٨) الاستدلال من الغيم والجوّ ونحوها. اذا جرت السُّحُب العليا في خلاف جهة السفلى والريح الهابَّة انبأت بتغيُّر الريح واذا ظهرت حروف الكمولوس بوضوح يستدلُّ منها على جفاف في الجلد وبالتالي على الصحو. والسحب الصغيرة الحبرية اللون دليل على المطر والتي تعبر على وجه الغمام دليل على الريح والمطر. واذا صفا هواء الافق ولمعت النجوم باشراق كثير فذلك يدلُّ على رطوبة زائدة في الهواء العلوي وبالتالي على اقتراب المطر. والهالة والاكاليل ونحوها تدلُّ على الثلج او المطر والندى والضباب على الصحو

الباب السابع

في الظواهر الكهربائية

الفصل الاوَّل

في كهربائية الجلد

(٣٠٩) كهربائية الجلد ووسائط رصدها . الجلد ملآن كهربائية تقريبًا ولكهربائيتهِ تاثير عظيم في كثير من الظواهر المتيورولوجية ويتوصَّل الى رصدها بموصل محصور مرتفع عن الارض كثيرًا والمستعمل لذلك في مرصد كيو بقرب لندن انبوبة من نحاس رقيق ارتفاعها ستة عشر قدمًا مازل فيها قطعة بلاتين دقيقة الراس والانبوبة مرتكزة على اسطوانة من زجاج تحت راس قبَّة المرصد وتمرُّ من ثقب في راس القبَّة بدون ان تمسها وحولها وعاء نحاسي منقلب بتحكيم بحيث يمنع دخول المطر الى القبَّة فيوصل الالكترومتر بها عند الاختيار

شكل ٦٥

(٣١٠) الالكترومتر . الالكترومتر على انواع اكثرها استعمالًا الكترومتر ثولتا وهو عبارة عن قشتين د (شكل ٦٥) طول كلٍّ منهما قيراطان معلَّقتين بسنَّارتين من نحاس دقيق بينهما $\frac{1}{2}$ من القيراط ضمن قنينة من زجاج ا . فمتى تكهربتا من نوع واحد تدافعتا ويستدل على شدَّة الكهربائية من مقدار تدافعهما مقاسًا على مقياس من العاج الى $\frac{1}{2}$ من القيراط . وقد يمدُّ من د قضيب دقيق الراس لجمع الكهربائية

واذا أُريد قياس شدَّة الكهربائية على جميع اختلافاتها لزم لها عدَّة من انواع الالكترومتر فاقل الكهربائية شدة يقاس بالكترومتر ورق الذهب واكثرها شدَّةً بقضيب من النحاس على طرفهِ كرةٌ توضع على اي بعدٍ شئت من الموصل المحصور فيقاس بها طول الشرارة الكهربائية

(٢١١) الكهربائية على اعالٍ عظيمة . قد تحقق وجود الكهربائية في طبقات الهواء العليا بواسطة الطيارات والبلونات امّا استخدام الطيارات فبلف شريط دقيق على خيوطها لوصل الكهربائية وتحصر الطيارة بعد تطييرها بان يُربَط طرف خيطها السائب بمادة غير موصلة كالحرير او الزجاج واما استخدام البلونات اعني البلونات الصغيرة فبوصل البلون بالكترومتر على سطح الارض بواسطة وتر موصل . وقد تحققوا من مثل هذه التجارب ان الهواء ملآن كهربائية ايجابية متغيرة الكثافة وان الغيوم ملآنة على الغالب كهربائية سلبية

(٢١٢) اختلاف الكهربائية اليومي . ان شدّة كهربائية الجلد تختلف باختلاف الساعة واليوم فقد ظهر من معدَّل رصد ثلاث سنين في مرصد كيو ان كثافة الكهربائية ٢٠ بالكترومتر ثولتا في الساعة الرابعة صباحًا ثم تتزايد حتى تصير ٨٨ في الساعة العاشرة صباحًا ثم تنقص حتى تصير ٦٩ في الساعة الرابعة بعد الظهر ثم تزيد حتى تصير ١٠٤ في الساعة العاشرة بعد الظهر ثم تنقص الى الساعة الرابعة صباحًا وخلاصة ذلك ان لشدتها اعظمين واقلين في اليوم

(٢١٣) اختلاف الكهربائية الشهري . الشدّة تختلف باختلاف الفصول فاقلها في كيو في حزيران وتبقى على حال واحد تقريبًا في الصيف ثم تزيد الى كانون الثاني وتبقى غير متغيرة تقريبًا في شباط ثم تنقص الى حزيران وحاصل ذلك ان لشدتها اعظم واحدًا واقل واحدًا في السنة . وكذلك في بروسل فان اعظمها هناك في كانون الثاني واقلها في حزيران بخلاف مونيخ فان الاعظم هناك في كانون الاوّل والاقل في نيسان غيران فعل الكهربائية صيفًا تسعة امثال فعلها شتاء في بروسل وستة امثالهِ في كيو ومثلاهُ في مونيخ

(٢١٤) اختلاف الكهربائية باختلاف الارتفاع . والشدّة تزيد بالارتفاع الّا ان ذلك لم يُستقرَ الى الآن في ما فوق ١٠٠ قدم ارتفاعًا والظاهر من الطيارات انها تزيد وقد بلغت التجارب في ذلك ١٠٨١٠ اقدام من الارتفاع . وقد ظهر ذلك ايضًا من نشب اسهم في الجوّ فيها شريط موصل يصل بينها وبين الكترومتر فش على الارض . ولمّا صعد كي لوساك في الهواء سنة ١٨٠٤ دلّى من بلونهِ شريطًا طولهُ ١٧٠ قدمًا وربط طرفهُ العلوي بالكترومتر فظهر لهُ منهُ ان كهربائية الهواء ايجابية وانها تزيد بالارتفاع ولمّا صعد مستر كليشر سنة ١٨٦٢ وجد ان كهربائية الجلد ايجابية ولكنهُ وجد شدّتها تنقص بالارتفاع الى علو ثلاثة وعشرين الف قدم ولم يَعُد يتمكَّن من قياسها فوق ذلك لقلتها

(٢١٥) الكهربائية في طقس مغيم . اذا اطبق الغيم تغيَّرت الكهربائية كثيرًا نوعًا وشدّةً فتكون تارةً ايجابية واخرى سلبية الّا انها قلما تكون سلبية اذا لم يكن المطر نازلاً وتزداد شدّتها جدًّا في طبقات الهواء السفلي في نوء الثلج . واذا عبرت غيوم راعدات فكثيرًا ما تتغيَّر الكهربائية من ايجابية

الى سلبية ثم من سلبية الى ايجابية في دقيقتين او ثلاث وقد تتغيّر ست مرّات مدّة عبور الغيوم وتكون حينئذٍ شديدة جدًّا يؤخذ منها عن الموصل شرارات طول الواحدة منها اكثر من قيراط فتهزّ الجسد هزًّا شديدًا اذا دارت فيهِ

(٢١٦) الدلك اصل من اصول كهربائية الجلد . ذهب الفلاسفة مذاهب شتى في اصل كهربائية الجلد والحق انها ذات اصول متعددة والدلك واحد منها نعم انهُ اذا دلك الهواء الجاف هواء آخر جافًا تولّدت كهربائية ضعيفة ولكن اذا دلك الهواء الرطب سطح الارض تولّدت كهربائية ايجابية شديدة جدًّا . واعلم ان الرياح الهوج لا تخلو من كهربائية شديدة جدًّا بعضها من الدالك الّا انهُ ليس اشهر اصولها لعدم وجود علاقة نسبيّة بين قوة الريح وشدّة الكهربائية

(٢١٧) ان الاشتعال اصل من اصول كهربائية الجليد . ومن اصولها الاشتعال فاذا أُوقِد فحم فلت منهُ الحامض الكربونيك مكهربًا ايجابًا وبقي الفحم مكهربًا سلبًا غير ان ما يدخل الجلد من كهربائية الوقيد على سطح الارض لا يساوي الكهربائية التي تظهر في الراعدات فلا يُعلَّل عن كهربائية الجلد بكهربائية الوقيد وحدها

(٢١٨) ان النبات اصل لكهربائية الجلد . ومن اصولها النبات فانهُ يدفع في النهار اكسجينًا كهربائيتهُ ايجابية وفي الليل حامضًا كربونيكًا كهربائيتهُ سلبية غير ان الكهربائيتين تبطل احداها الاخرى لتضادها نوعًا

(٢١٩) ان تفاوت الحرارة اصل لكهربائية الجلد . ومنها على ما يُظَنّ تفاوت كمية الحرارة في اجزاء الارض فان بعض المعادن تظهر كهربائية اذا تماسّت وأُحمِيَت الى درجات مختلفة وقد اكتُشِفَت مجاري كهربائية تحت سطح الارض في بعض مناجم انكلترا فعلّلوا عنها بتفاوت الحرارة في اجسام مختلفة الطبائع . غير ان ذلك يثبت وجود مجاري كهربائية متواصلة في الارض ولا يكفي لان يكون اصل كهربائية الجلد الكثيرة التي تظهر في الرعود احيانًا

(٢٢٠) ان تكاثف البخار فجأةً اصل لكهربائية الجلد . ما يحملنا على اثبات ذلك هو ضعف كهربائية الجلد قبل حدوث نوء رعدي وبلوغها اشدها حالًا في اثناء حدوثهِ والمظنون ان ذلك من تكاثف البخار فاذا تكاثف البخار بغتةً وهو صاعد عن مغلاةٍ ظهرت كهربائية كثيرة . وقيل ان الكهربائية المشار اليها لا تظهر بمجرّد التكاثف بل بهِ وبدلك الدقائق المتكاثفة على جوانب الفوهة التي تفلت منها

(٢٢١) هل التبخير اصل لكهربائية الجلد . لعل التبخير اشهر اصولها ويظهر تولُّدها منهُ ممّا ياتي . ضع اناء فيهِ ماء مالح على راس الكترومتر ورق الذهب وارمِ في الماء حصاة محماة فيتباعد الورقتان

لان كهربائية البخار الذي يصعد ايجابية وكهربائية الماء سلبية ولابد من مزج الماء بملح اومادة اخرى غريبة فلا يصلح الماء المقطَّر وحدهُ . وبخار الابحر يولّد كهربائية كثيرة وكذلك بخار الماء العذب لان ماء الارض ليس صرفًا البتة

(٢٢٢) سبب اختلاف شدَّة الكهربائية . ان اختلاف شدَّتها اليومي مسبب عن تغيُّرات فيها نفسها واخرى في قوة الهواء على الايصال فقلّة شدَّتها قبل الشروق هي لان رطوبة الليل توصل بعضًا منها الى الارض وزيادة شدَّتها بعد الشروق لانهُ حينئذٍ يصعد بخار جديد عن الارض حاملاً من كهربائيتها فيزيد كهربائية الهواء . وقلتها بالظاهر في الظهر هي لجفاف الهواء حينئذٍ فيعسر نقل الكهربائية المتجمّعة في الطبقات العليا فيدلُّ الالكترومتر على انها قليلة مع انها لا تزال آخذة في الازدياد . وزيادتها في المساء لان الهواء يبرد حينئذٍ فيصير رطبًا فيوصل كهربائية الطبقات العليا الى الارض بسهولة فيزيد فعلها الى بعد الغروب بساعات . وقلتها بعد ذلك لان الهواء يوصل من كهربائية الارض كل الليل فيضعف تاثيرها في الالكترومتر الى الصباح

(٢٢٣) سبب اختلاف الكهربائية الشهري . وعلى ذلك الحكم يتضح سبب ظهورها اقل شدَّةً في الصيف مما في الشتاء لان الهواء في الصيف حارٌّ جافٌّ فيمانع جري الكهربائية من اعاليهِ الى الارض ورطبًا في الشتاء فيسهّل لها المرور ولذلك ترى فعل كهربائية الجلد في الالكترومتر اقوى شتاء على الارض مع انها اعظم في الصيف

(٢٢٤) ظهور الكهربائية في البيوت الناشفة . قد تهيَّج الكهربائية جدًّا في البلاد الشمالية بمجرَّد الوطء على طنافس من صوف في الغرف التي تبقى ناشفة عند اشتداد البرد هناك وقد تهزُّ الماشين هزًّا مؤلمًا وقد تشعل الايثير او الغاز او مواد اخرى قابلة الاشتعال وهي انما تتولَّد من ذلك جلد الاحذية اليابس على الطنافس ولا تفلت منها لسبب جفاف الطنافس وشدَّة جفاف ارض البيت فانهما يقطعان وصلها

م

الفصل الثاني

في نوء البرق والرعد

(٢٣٥) كيفية تكهرب الغيوم . قد تقدَّم ان في الجلد كهربائية كثيرة ولمَّا كان الهواء الجاف غير موصل فدقائقهُ المكهربة تبقى منفصلة في زمان الصحو ولذلك لا تشتدُّ الكهربائية جدًّا حينئذٍ ولكن متى تحوَّلت رطوبة الهواء الى غيم يصير موصلاً للكهربائية اما تامًّا او غير تام حسبما يتفق فتنتشر الكهربائية على سطحهِ وتتكاثف جدًّا بعدما تكون متفرّقة في الهواء محصورة بين دقائقهِ وذلك ما قد اجمع الراي عليهِ فكهربائية الغيم هي التي كانت قبلاً في الهواء والغيم ليس الاَّ موصلاً لها

(٢٣٦) الغيم المكهرب سلبًا . اذا تكهربت غيمة على ما تقدَّم كانت كهربائيتها ايجابية لان كهربائية الجلد لا تكون الاَّ ايجابية في ايام الصحو . ثم ان اقتربت الغيمة المكهربة الى اخرى اقل منها تكهربًا او غير مكهربة تفعل فيها بالمجاورة فتحل كهربائيتها الطبيعية فتجتذب السلبية وتدفع الايجابية فتجتذبها الارض او غيمة اخرى تقترب اليها وتبقى السلبية فقط على الغيمة ولعل ذلك هو السبب في تبادل الايجابية والسلبية بكثارة في نوء رعد

(٢٣٧) البرق . اذا اختلفت كهربائية غيمتين تجاذبتا حتى تصيرا على بعدٍ محدود فتهجم كل واحدة على الاخرى بشدَّة فيظهر منها نورهو البرق ويُسمَع بعدهُ دويٌّ هو الرعد . وبما ان الغيوم هي موصلات غير تامة فتفرُّغ الكهربائية من جانب واحد من الغيمة قلما يغيّر كهربائية الجانب الآخر اذا كان بعيدًا عنهُ فتنتزع الموازنة بذلك ويكون انتشار الكهربائية متفاوتًا على الغيوم التي حولها ولا يتساوى الاَّ متى تفرَّغت الكهربائية عدَّة تفرُّغات وتوازنت فيتعدَّد بذلك لمعان البرق وهزيم الرعد

(٢٣٨) تفرُّغ الكهربائية الى الارض . ان الغيمة الملآنة كهربائية تحل كهربائية الارض بالمجاورة فتدفع مثيلها وتجذب نقيضها ومن ذلك تفرُّغ كهربائية السحاب الى الارض فتتناولها الاشباح المرتفعة كالجبال والتلال والاشجار والابراج والابنية العالية ونحوها واخصُّ هذه جميعها الاشجار بداعي ارتفاعها وعصارها فانهُ موصل جيد للسيال الكهربائي

(٢٣٩) اشكال البرق . للبرق هيئات شتى اشهرها المنعقّ اذا ظهر على خط منكسر هكذا ⚡ والكروي والصفيحي والخُلَّب اما المنعقّ فهو المُعترِض في نواحي الغيم بيِّنًا وشما لاَّ راسمًا

خطًّا طويلاً منكسرًا كخط الشرارة التي تُؤْخَذ عن الآلة الكهربائية وسبب انكساره ضغط الهواء في طريق الكهربائية ومقاومتهُ لها فيردها فتطلب طريقًا آخر مقاومة الهواء اقل فيهِ . وقد يكون طول الخط اربعة اميال او خمسة وربما بلغ العشرة

(٣٣٠) البرق الكروي. هو برق يسقط على شكل كرات من نار تنفجر بعد سقوطها متفرقعة بشدّة . ولعلَّ اصلهُ من تفرُّغ كهربائية كثيفة جدًّا فتمرُّ في الهواء مستقيمة السير . وزعم جماعة انهُ مجتمع اجسام رقيقة ملآنة جدًّا من الكهربائية

(٣٣١) البرق الصفيحي. هو البرق الساطع المنتشر تارةً يكلّل حروف السحاب وطورًا ينتشر ساطعًا على كل عرضها وهو اما ان يحصل عن برق بعيد يسطع على سحابة ولا يظهر للناظر لسحابة اخرى تعترض بينها او عن اضطراب الكهربائية في سحابة غير صالحة للايصال فيسطع عليها كما تسطع الكهربائية على لوح زجاج مرطب متى تفرّغت اليهِ من الآلة الكهربائية

(٣٣٢) البرق الخُلَّب او برق الحرّ . هو برق يبرق جدًّا في الافق في ليالي الصيف ويبقى ساعات بدون ان يُسمَع الرعد بعدهُ وربما حصل من عكس الجلد لبرق غيوم بعيدة فلا يسمع هزيمها وقد يغشى السماء كلها فيُستدَل منهُ على ان كهربائية الغيوم تفلت بوميض فلا تُسمع صوتًا ويكون ذلك والهواء رطب لانهُ يوصل حينئذٍ فيقاوم الكهربائية بما يجعلها نومض فقط

(٣٣٣) لون البرق . يختلف لونهُ بين الابيض والوردي والبنفسجي فلون المنعقّ ابيض وقد يكون بنفسجيًّا ارجوانيًّا مائلاً الى الزرقة ولون الصفيحي احمر قانٍ في الغالب وقد يشوبهُ الازرق او البنفسجي . واختلاف لونهِ متوقف على كثافة طبقات الهواء التي يتكوّن السحاب فيها وعلى غلظها وعلى قوة الهواء للايصال فاذا كانت شدّتهُ قليلة استطار النور ومال الى الحمرة واذا كانت كثيرة تجمّع وسطع . ويشاهد الاختلاف المذكور في لون الكهربائية الاصطناعية اذا أُمِرَّت في قابلة من زجاج قد تلطّف الهواء فيها بالمفرّغة

(٣٣٤) مدّة دوام البرق . مدّة البرق الاعتيادي اقل من $\frac{1}{1000}$ من الثانية ويبرهن ذلك بالقاء النور الكهربائي على صفيحة بيضاء مستديرة مخطّطة بخطوط سود وتدوير الصفيحة بسرعة عظيمة فمهما اسرع دورانها ظهرت ثابتة عند وقوع البرق عليها دلالةً على انها لم تَدُر في قوسٍ يُشعَر بها مدّة البرق . ولو اضيئَت الصفيحة لحظة بقنديل مدّة رفع حجاب وتنزيلهِ في اسرع ما يمكن لظهرت ذات لون واحد ولم ترَ الخطوط المتفرّقة عليها

(٣٣٥) سبب الرعد . سببهُ رجوع الهواء بغتةً الى الفراغ كما يحدث في رقّ مربوط على قابلة مفتوحة الفم عندما يشقهُ ضغط الهواء عليهِ من الخارج . والمظنون ان الفراغ يحصل من مرور البرق

في الهواء فتندفع الكهربائية دقائق الهواء فيحصل فراغ لحظة فيهجم الهواء اليهِ حالاً بشدّة مناسبة لشدّة الكهربائية

(٣٢٦) المدّة التي بين البرق والرعد. ان سير النور يكاد لا يُحسَب لسرعتهِ وسير الصوت ١١٠٠ قدم في الثانية فلذلك لا ينتهي الصوت الى الاذن الاّ بعد ان يبرق البرق بوقت فاذا حسبنا ذلك الوقت عرفنا منهُ بعد المكان الذي حدث التفرُّغ الكهربائي عندهُ. واطول ما حُسِب ٧٢ ثانية فكان بهِ بعد المكان ١٥ ميلاً ولم يُرَ ذلك الاّ مرّةً وكان اطول ما سواهُ ٥٠ ثانية اي كان البعد ١٠ اميال وذلك غريب فان صوت المدفع يُسمَع عن ابعد منهُ كثيرًا

واعلم ان معدَّل المدّة بين البرق والرعد ١٢ ثانية واقصرهُ ثانية واحدة فان قيست زاوية الارتفاع لبرق محسوب بعدهُ عن الراصد حُسِب منها ارتفاع السحابة عموديًّا عن سطح الارض

(٣٢٧) مدّة دوام الرعد. لكل نقطة في خط البرق صوت غير صوت النقطة الاخرى وبعد النقط بعضها عن بعض متفاوت فلذلك تدخل اصواتها الاذن متوانيًا بعضها عن بعض مع انها تخرج في وقت واحدة. فالراصد عند A (شكل ٦٦) يسمع الصوت اولاً من a ثم من c ثم من b فان كان بعد B ١١٠٠ قدم عن A فالصوت الاوّل يدخل الاذن قبل الاخير بعشر ثوانٍ ودوام الرعد عشر ثوانٍ

شكل ٦٦

واعلم ان معدَّل مدّة الهزيم ٣٢ ثانية واطولها ٥٦ ثانية فيما ورد من الرصد وما يطول اكثر من ذلك فمسبَّب عن الصدى ولهذا كان الهزيم في الجبال اطول واشد مما في السهول لانهُ ينعكس عن الجبال كما ينعكس صوت المدفع وقد ينعكس عن السحاب ايضًا كما يظهر من اطلاق مدفع في البحر

(٣٢٨) دمدمة الرعد. تحصل دمدمة الرعد عن اربعة امور معًا وهي اولاً المنعق لوجود نقط متعدّدة فيهِ على بعد واحد من الراصد فتاتيهِ اصواتها في وقت واحد فتؤثّر فيهِ تأثير صوت مزدوج او مثلَّث . وثانيًا عدم مساواة ابعاد بعض النقط من خط البرق الى الراصد فتختلف شدّة اصواتها بالقلب كمربع البعد. وثالثًا اخذ مسير الكهربائية يمينًا وشمالاً في طبقات مختلفة الكثافة من الهواء إما لاختلاف ارتفاعها او لاختلاف مقدار الرطوبة فيها وهذا على وجه الاحتمال ورابعًا الصدى وهو ظاهر

(٣٢٩) انتساق الظواهر في الرعد. تتوالى الظواهر في الرعد على نسق واحد ومن كثرة حدوث ذلك قد استدلوا على انهُ يحصل عن جملة احوال اعتيادية الحدوث. وانتساق الظواهر هو

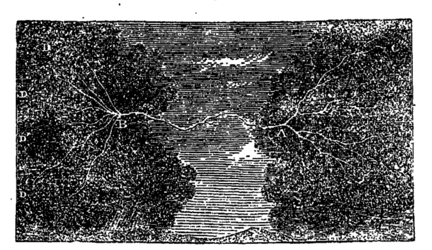
اولاً لمعان البرق

ثانياً ابتداء الرعد بدوي بعد ١٠ ثوانٍ او ١٢ ثانية ثم اشتداد الدوي اما بالتدريج او بالاهتزاز الى ان يبلغ اعظمهُ

ثالثاً قصيف شديد بعد الدوي الاوَّل بخمس ثوانٍ او عشر تبقى خمس ثوانٍ او عشرا او عشرين ثم يعقبهُ دويٌّ ايضاً ويزول شيئاً فشيئاً . وقد يتعاقب الاعظم والاقل مراراً بسرعة عظيمة

ولعلَّ مجيء القصيف بعيد الدوي الاوَّل مسبَّبٌ عن عدم جودة الغيمة للايصال فانَّا اذا البسنا قنينة ليدنية برادة النحاس عوضاً عن القصدير ثم ملأْناها كهربائية واطلقناها في غرفةٍ مظلمة رأَينا للشرارة تفرُّعات كثيرة كفروع الشجر ممتدَّة من سوقها وهكذا يكون متى تفرَّعت الكهربائية من سحابة. ليكن B A (شكل ٦٧) مسير الكهربائية من سحابة الى اخرى في خط متلوٍّ وليفرض تفرُّع الكهربائية من الغيمة مارًّا في الفروع CA CA َ الخ ومن الغيمة الاخرى في DB DB َ الخ فيسمع الراصد من E دويًّا اولاً من سير الكهربائية في CA و CA َ الخ ولا يكون شديداً جدًّا وبعد بضع ثوانٍ يسمع صوت

شكل ٦٧



تفرُّغ الكهربائية التي تكون قد تجمَّعت في BA ويكون الصوت قاصفاً يبقى عدَّة ثوانٍ متفاوت الشدَّة ثم تتفرَّغ الكهربائية في الفروع DB DB َ فتُسمع دويًّا ضعيفاً ثانيا لبعدها عنهُ

(٢٤٠) ارتفاع الراعدات. منها ما لا يرتفع ربع ميل ومنها ما يرتفع ثلاثة اميال او اربعة على الاقل فقد شاهد الرُّصَّد راعدات تحتهم وصحوًا فوقهم وكانوا على جبال ارتفاعها اقل من ربع ميل وشاهد لاكوندامين نوءَ رعدٍ شديد على قمة كورديلا راس على ارتفاع ١٥٩٧٠ قدماً

(٢٤١) انابيب البرق في الرمل . اذا اصاب البرق رملاً صهرهُ بحرارة تفرُّغهِ وجعل طريقهُ فيهِ انبوبةً من رمل محوَّل الى زجاج قطرها الخارجي ثلاثة قراريط وغلظ جدرانها قيراط

وعمقها ثلاثون قدمًا احيانًا باطنها صقيل برّاق تخدش الزجاج وتري كالصوان. وقد اصطُنع مثلها اصطناعًا باطلاق الكهربائية بزخم في مزيج من الرمل والملح

(٣٤٢) تفريق انواء الرعد على سطح الارض. اكثرها يحدث في النواحي الاستوائية وتتناقص من هناك الى القطبين فان معدّلها السنوي من خط الاستواء الى عرض ٣٠° خمسون نوءًا ومن عرض ٣٠° الى ٥٠° ثلاثون ومن عرض ٥٠° الى ٦٠° خمسة عشر ومن عرض ٦٠° الى ٧٠° اربعة وفي ما فوق ذلك قليل جدًّا حتى يظن انها لا تحدث وراء عرض ٧٥°

وهي قليلة جدًّا في ما تتغلّب عليهِ الرياح التجارية من المنطقة الحارة وكثيرة في منطقة الرهو حيث لا تستولي ريح دائمة كالرياح التجارية . وعلتها صعود الهواء زوابع ومساحتها صغيرة وابتداؤُها فجائيّ ومدّتها قلما تزيد عن نصف ساعة ولا تحدث في بيرو السفلى حيث لا ينزل المطر هناك . واكثر ما تحدث في الاقاليم الحارة لكثرة الكهربائية هناك بداعي كثرة البخار وتحوُّل البخار بافراط الى سحاب ونحوهِ وما يحدث منها في الاعراض الوسطى فاكثرهُ في ايام الصيف بين الظهر والعصر

(٣٤٣) برق البراكين . هو من شكل المنعق ويبرق لمّاعًا عند هيجان البراكين والارجح انهُ يحدث كما يحدث في الرعد بان يقذف البركان هواء حاميًا كثيرًا الى علوٍّ عظيم فيبرد فيكوّن بخارهُ سحابة صالحة لوصل الكهربائية التي في الجلد فتمتلئ بها جدًّا ثم تفرّغها على فوهة البركان. ولهذا السبب يرافق البرق والرعد الزوابع والاعاصير

(٣٤٤) تاثير نوء الرعد في سلك التلغراف . ان سلك التلغراف هو من الموصلات الجيّدة للكهربائية فيتأثر بها جدًّا عند سقوط نوء رعدٍ لانهُ يمتلئ ولو من كهربائية غيمة واحدة بعيدة فمتى تفرّغت منها ظهرت شرارة على كل فرضٍ من السلك ولو صغيرًا ويتمّ ذلك عن بعد اميال وكثيرًا ما يشاهد الشرار صيفًا في محلاّت التلغراف . وقد يصير ذلك عن نوء رعد بعيد فلا يُرَى البرق من عند الناظر

(٣٤٥) استقرار النور على رؤُوس اشباح مرأَّسة . اذا قرب موصل دقيق الراس من جسم مكهرب في محل مظلم ظهر نور على راسهِ ويشاهد ذلك كثيرًا في الطبيعة فمتى كان الهواء السفلي مكهربًا جدًّا ظهرت رؤُوس الاشباح الدقيقة مكلَّلة بالنور كرؤُوس السواري وحراب الجند ورؤُوس اذان الخيل ورؤُوس المظلاّت المطرية ونحوها فانها قد تكون منيرة في الظلام وقد يقشعرُّ شعر الراس ويظهر مغشّى باللهيب وكل ذلك من تفرُّغ الكهربائية تفرُّغًا ضعيفًا لا يفتح لها طريقًا فتنفلت بمجرى لطيف

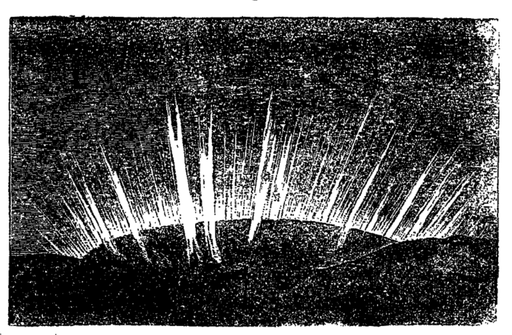
الفصل الثالث

في الشفق القطبي

(٣٤٦) الشفق القطبي ظاهر نيّر يبدو مستطيرًا قرب الافق في الغالب كالفجر او الشفق ومنهُ تسميتهُ ويسمّيهِ اهل نصف الكرة الشمالي الشفق الشمالي واهل النصف الجنوبي الشفق الجنوبي والشفق القطبي يشملهما كليهما

(٣٤٧) اشكال الشفق القطبي . اشكالهُ غير محدودة العدد اذا اعتبرت كل خصائصها وقد اندرجت بالاجمال تحت الاشكال الآتية وهي

شكل ٦٩



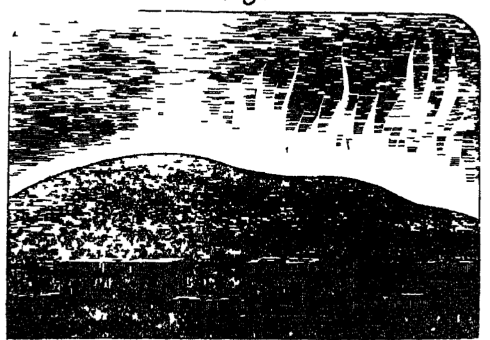
اولاً نور افقي كالفجر ويمتاز عنهُ بموقعهِ في السماء فلا يُرَى من الولايات المتحدة الاَّ الى الشمال وهو الشكل الغالب غير انهُ ليس في الحقيقة شكلاً براسهِ بل مركّب من اختلاط اشكال أُخَر بعضها ببعض وتظهر كذلك بسبب بعدها . حدُّهُ العلوي قوس من دائرة صغيرة اوضح من الفجر وان يكن غير تام الوضوح

(٣٤٨) ثانيًا قوس من نور على شكل قوس قُزَح . وهي تنتصب غالبًا من الشرق الى الغرب

مقاطعةً لخط الهجر المغنطيسي على زاوية قائمة تقريبًا ولا تبقى طويلاً في محل واحد بل ترتفع وتخفض في الغالب واذا اشتدَّ ضياء الشفق القطبي انتصبت فيه عدَّة من الأقواس المتوازية في وقت واحد من الشرق الى الغرب وقد شوهد خمس وست وسبع منها دفعة واحدة في النواحي القطبية وشوهدت منها تسع متوازية مرَّتين وكانت الخلايا التي بينها واضحة جدًّا

(٣٤٩) ثالثًا اعمدة نيّرة دقيقة واضحة الحدود . وهي تبلغ اعالي متفاوتة من ٢٠° او ٣٠° الى ٩٠° او اكثر وقد تجاوز سمت الراس وذلك نادر. انظر (شكل ٦٩) عرضها من ربع درجة الى درجتين او ثلاث ومدَّتها بضع دقائق وقد تبقى ربع ساعة او نصف او ساعة كاملة اما ثابتةً او سائرة بسرعة سيرًا جانبيًّا ولون نورها اصفر مكمد وقد تكون الى الحمرة او قرمزيًّا او احمر كالدم . وقد يتخلَّلها اشعةٌ مظلمة كالدخان الكثيف وقد تكون رؤوسها دقيقة متموّجة فتشبه لهيب الكحول متى انطفأ بعضهُ وكان يتّقد على سطح عريض مستوٍ انظر (شكل ٧٠) . وتظهر النجوم وراء هذه الاعمدة

شكل ٧٠



(٣٥٠) رابعًا اكليل . ان الاعمدة النيّرة تمتد احيانًا من كل ناحية من الافق وتلتقي حول سمت الراس قليلاً فتنتصب في السماء قبَّة رجَّافة من نار تُسمَّى الاكليل وتظهر السماء حينئذٍ قبَّة نارية والاكليل فيها قائم على عماد من نار مختلفة الالوان تعترضها بوارق وامواج من نور. ويُسمَّى ذلك الظاهر الشفق القطبي الكامل لاشتماله على اكثر خصائص الاشكال الباقية (انظر شكل ٧٤) وقلما يبقى الاكليل كاملاً اكثر من ساعةٍ وحينئذٍ تقل عمادهُ ويهبط بهاء لونها وتنقطع اقواسهُ النيّرة ولا يبقى من آثارهِ الاّ قطعة مظلمة قرب الافق الشمالي فيبتدي بها ولا تبقى في الجوّ الاّ كوَم من غيم السرس الرقيق

ويشاهد في الاشعاق القطبية المضيئة جدًّا غمائم رقيقة ليمية سائرة في الهواء العلوي في الصباح يُعرَف ما كان مضيئًا منها في الليل. وقد تترتّب في النهار على اشكال شبيهة باعمدة الشفق القطبي فتُسمَّى لذلك الشفق النهاري

(٣٥١) خامسًا بوارق او امواج نور . قد ترتجف الاعمدة النيّرة فيسير منها بوارق مثل امواج نور بالغة الى سمت الراس متبعة خط قوس شفقية احيانًا . اما ارتجاف الاعمدة فيكون بتحرُّك جانبي بطيء تارةً من الشرق الى الغرب واخرى من الغرب الى الشرق وتُعرَف البوارق عند عامة الذين يشاهدونها بالراقصات الطربات ولها محل رفيع في كل شفق قطبي باهٍ

(٣٥٢) مدّة دوام الشفق القطبي . مدّة دوام الاشعاق القطبية متفاوتة جدًّا فمنها ما يدوم ساعةً او ساعتين ومنها ما يدوم ليلةً او ليلتين ولولا نور الشمس لكان يشاهد ٣٦ او ٤٨ ساعةً ومنها ما دام اسبوعًا واكثر وشوهد كل ليلة صافية تقريبًا في شمالي الولايات المتحدة وكان اوّل ظهوره ٢٨ آب ١٨٥٩ . ويدوم في جوار خليج هدصن عدّة اشهر بلا انقطاع

(٣٥٣) ادوار الشفق القطبي . من خصائص الشفق القطبي عودهُ الى ما كان عليهِ من البهاء مرّةً بعد اخرى فتراهُ بعد زوال ضيائهِ وانمحاء رسومهِ يتجدّد فيعود الى بهائهِ الاوّل وكثيرًا ما يزداد بهاؤهُ عمَّا كان عليهِ وادوارهُ اثنان في الغالب وقد تكون ثلثة او اربعة في ليلة واحدة

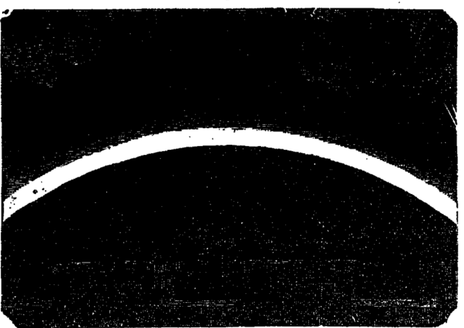
(٣٥٤) الوان الشفق القطبي . الوانهُ كثيرة فان كان ضعيفًا فلونهُ ابيض او اصفر قاتم وان كان لامعًا تعدّدت الوانهُ وكان بعضها قريبًا من الابيض مشوبًا باخضر زمردي وبعضها اصفر قاتم او اصفر كالقش وبعضها وردي وبعضها قرمزي وقد تشتدُّ حمرة القرمزي فيصير قانيًا كالدم وكلها مختلفة جدًّا في الموقع والشدّة

(٣٥٥) اتساع الشفق القطبي (جغرافيًا) ان كثيرًا من الاشعاق القطبية يظهر لجهات كثيرة من الارض في وقت واحد فالشفق القطبي الذي ظهر في ٢٨ آب ١٨٥٩ شوهد من اكثر من ١٤٠ درجة من درجات الطول من كليفورنيا الى شرقي اوربا ومن جاميكا جنوبًا الى بعد شاسع في بريطانيا اميركا شمالاً . والذي ظهر في ٢ ايلول ظهر لجزائر صندويج وكل اميركا الشمالية واوربا وأُشعرت بهِ الاضطرابات المغنطيسية في شمالي اسيا وكانت الغيوم قد حجبتهُ عن اكثر الاماكن هناك وشاهد اهل اميركا الجنوبية وهولاندا الجديدة شفقًا قطبيًا عندهم حينئذٍ والشفقان القطبيان اللذان ظهرا في ٢٥ ايلول ١٨٤١ وفي ١٧ تشرين الثاني ١٨٤٨ كان اتساعهما بقدر اتساع الاشعاق المشار اليها تقريبًا

(٣٥٦) القطعة المظلمة في الولايات المتحدة يسبق الشفق القطبي غمام مطبق او دكنة في الجوّ

ولاسيما في نواحي افقها الشمالي ومتى ابتدأ الشفق القطبي يصير القسم الداكن او المطبق بالغام على شكل قطعة دائرة مظلمة في الشمال وتبلغ من خمس درجات الى عشر ارتفاعًا (انظر شكل ٧١) . اما الغام الظاهر فضباب كثيف لا سحاب لظهور النجوم وراءهُ كا تظهر من وراء الدخان اي ناقصة اللمعان قليلاً وسبب بيانهِ اظلم مما هو حقيقةً مقابلتهُ القوس النيّرة المنتصبة عليهِ . ويظهر الجوّ ملآنًا ضبابًا كثيفًا في الاعراض الشمالية العليا اذا امتدَّ الشفق القطبي على السماء كلها واذا اقتربت اكثر من ذلك الى القطب الشمالي حيث يُرى الشفق القطبي في الجنوب احيانًا رأيت القطعة المظلمة على الافق الجنوبي محدودة بنور الشفق القطبي . وقد شوهد ذلك من الولايات المتحدة في شفق آب ١٨٥٩

شكل ٧١



واعلم ان موقع اعلى نقطة من القطعة المظلمة هو خط الهجر المغنطيسي غير ان لذلك شذوذًا كثيرة فانهُ ينحرف عنهُ في بعض البلدان عشر درجات او اكثر

(٣٥٧) موقع الاقواس الشفقية . يحدُّ القطعة المظلمة قوسٌ نيّرة عرضها من نصف درجة الى درجة او درجتين وحدُّها السفلي واضح جيدًا وحدُّها العلوي مختلط بنور الجوّ الّا اذا كانت قليلة العرض . واذا اشتدَّ ضياء الشفق القطبي ظهرت فيهِ اقواس اخرى ارفع من الاولى وقد تبلغ سمت الراس وموقع نقطة اعظم تحديبها خط الهجر المغنطيسي تقريبًا ومنهُ تنزل على جانبي الافق وكثيرًا ما ينحرف موقعها ١٠ درجات او اكثر عن خط الهجر المغنطيسي وانحرافها ثابت في بعض الاماكن. وقد تكون الاقواس ناقصة فلا يظهر من القوس الّا قطعة صاعدة من الافق الى باطن السماء

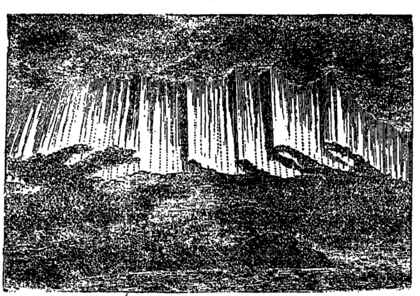
(٣٥٨) عرض الاقواس الشفقية . يختلف عرضها الظاهر باختلاف ارتفاعها عن الافق

وقد تبيّن من رصود كثيرة في اسكندناوية ان الاقواس التي تظهر في الشمال على اقل من ٦٠° ارتفاعًا معدّل عرضها سبع درجات والتي تظهر في الجنوب على اقل من ٦٠° ارتفاعًا فمعدّل عرضها ثماني درجات والتي تظهر على ٣٠° من سمت الراس شمالاً وجنوبًا فمعدّل عرضها ٢٥ درجة

اذا انتقلت قوس من شمالي السماء الى جنوبيها او بالعكس فزاوية عرضها تتغيّر بما يناسب انتقالها ولو انتقلت وبقي بعدها عن الارض متساويًا وكان شكلها حلقيًا قطعة دائرة لكان عرضها الظاهر وهي في سمت الراس مضاعف عرضها على ارتفاع ٣٠° والحق انهُ ثلاثة او اربعة امثاله فيظهر من ذلك ان العرض الاعظم لقطع من الاقواس الحلقية الشكل هو ما كان موازيًا لسطح الارض

(٢٥٩) شكل الاقواس الشفقية . ان الاقواس الشفقية ليست اقواس دوائر عظيمة اي لا تقطع الافق على بعد ١٨٠° درجة طرفًا من طرف فقد تبيّن بعد قياس بعض الاقواس العظيمة قياسًا مدققًا انها كلها ما عدا القريبة منها الى الافق اقواس من دوائر صغيرة موازية لسطح الارض ولو نُظِر الى تلك الدوائر بالورب لبانت هليلجيات . وقد تحقق انها هليلجية الشكل من ظهور اطراف قوس شفقية منحنية الى الداخل وظهور اقواس غيرها هليلجية تامّة تقريبًا . وقد ذكر البعض انهُ شاهد مرّة شكل قوس هليلجيًا كاملاً نسبة محورهِ الاطول الى المنضم كاثنين الى واحد وكان مركزهُ مرتفعًا نحو ١٥° عن الافق

شكل ٧٢



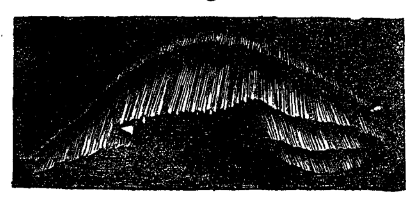
(٢٦٠) اشكال اقواس شفقية غير قياسية . قد تتألّف القوس الشفقية من اشعة مرتبة في ثنيات وتجعّدات غير قياسية لها تموّجات متغيّرة كما يظهر في راية اذا لعب بها النسيم . وقد تشبه ناموسية نيّرة قد ثنّيت وتطوّت بالريح . انظر (شكل ٧٢) . وقد تكثر الانثناء ويتداخل بعضها في

بعض فتصير القوس شبه ملاءة مستطيلة مطوية طياتها مردودة بعضها على بعض بتجعدات مختلفة الشكل بهية المنظر وقد تنتشر الطيات وتنطوي متعججة كتعجج الافعى

(٢٦١) حركات القوس الشفقية . ان القوس الشفقية تنتقل غالبًا موازية لنفسها من الشمال الى الجنوب او من الجنوب الى الشمال فاذا كانت قرب الافق الشمالي ارتفعت رويدًا رويدًا الى سمت الراس ثم نزلت الى الافق الجنوبي حيث تقف مدة وربما رجعت بعد ذلك الى محلها الاول في طريقها الاول . وقد ذُكِر في رصود اسكندناوية انها انتقلت ستين مرة من الشمال الى الجنوب وتسعًا وثلثين مرة من الجنوب الى الشمال وفي رصود الولايات المتحدة عشر مرات من الشمال الى الجنوب وعشر مرات ايضًا من الجنوب الى الشمال . وقد تكون حركتها من الغرب الى الشرق او بالعكس

اما معدل سرعة حركتها فكثير الاختلاف تارةً ١٧° من القوس في الدقيقة واخرى ٥° من القوس فقط فان كانت مرتفعة ١٢٥ ميلاً عموديًا عن سطح الارض فآخِر معدلات سرعتها ١٠٠٠ قدم في الثانية

شكل ٧٣



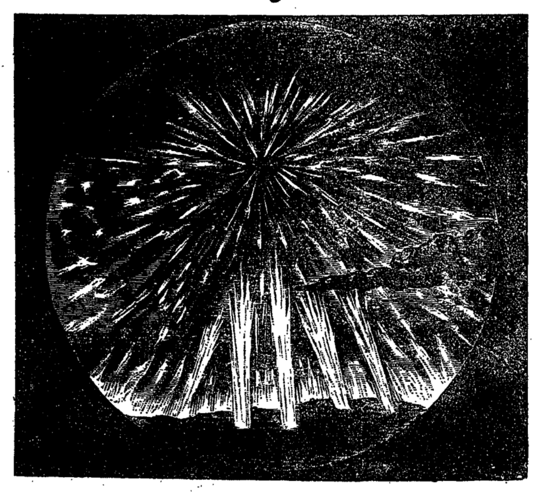
(٢٦٢) بناء الاقواس الشفقية . تميل الاقواس الشفقية الى ان تنقسم الى اشعة قصيرة تجري في جهة عرض القوس وتلتقي في جهة خط الحجر المغنطيسي والظاهر انها مؤلفة من الياف متعارضة تنتهي بمحنٍ قياسي هو حدّ القوس السفلي (شكل ٧٣) . وهي اما سديمية وهي قليلة واما شعية وهي كثيرة ويلحق هذين الشكلين اشكال أُخَر كثيرة وقد تتحوّل السديمية الى شعية ولا يتغيّر شكلها العام وقد تكون الاشعة (في الشعية) منفصلة بعضها عن بعض وذلك متى كان عرض قوسها زائدًا ممتدًا على جانبي سمت الراس. وقد تترتّب الاعمدة الشفقية في شكل قوسٍ ثم تعقبها قوس سديمية في محلها. واذا كان ضياء الاشعة (في الشعية) متساويًا ظهرت الفسحات المظلمة التي بينها مثل اشعة سوداء عمودية على القوس وقد تتألف القوس الشفقية من سيور قصيرة متوازية فتظهر مثل صف اذناب

من ذوات الاذناب

(٢٦٣) حركة الاعمدة الشفقية . حركتها اما طولية اسي الى جهة خطوط الطول وفيها يمتدّ العمود نحو السمت او الافق واما عرضية وفيها ينتقل موازيًا لنفسهِ . اما الامتداد فكثيرًا ما يكون فجائيًا اما صاعدًا او نازلًا والنازل اكثر وقد يكون سريعًا جدًّا وقد يمتدُّ كذلك عدد من الاعمدة المتقاربة فان صعدت او نزلت بدون ان يتغيّر طولها كثيرًا قيل انها ترقص وذلك كثير في الاعراض العليا حيث يسمونها بالراقصات الطربات كما مرَّ

اما حركتها الجانبية فإمّا ان تكون من الشرق الى الغرب او من الغرب الى الشرق والاولى اغلب في الولايات المتحدة واما حركتها الطولية فمن الشمال الى الجنوب او بالعكس والاولى اغلب

شكل ٧٤



(٢٦٤) الاكليل . اذا امتلأ الجوّ اعمدة متفرّقة متوازية بعضها الى بعض وللابرة المنتكسة حسب احكام البصر التقت ظاهرًا في نقطةٍ هي السمت المغنطيسي او النقطة المتجهة اليها الابرة المنتكسة (شكل ٧٤) فيتكوّن منها اكليل وسطهُ اسود في الغالب

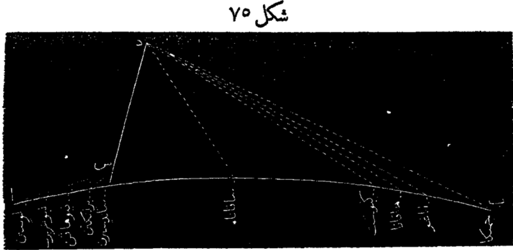
وقد قيس موقع الاكليل مرّاتٍ كثيرة فكان مركزهُ قريبًا جدًا من السمت المغنطيسي الاَّ انهُ لا يبقى موافقًا لهُ . وقد يكون الاكليل ناقصًا قطعًا متفاوتة المقدار. ولهُ شبيهٌ بهِ هو القوس الشعاعية مارَّةً بالسمت المغنطيسي فان كان سيرها قبل ما تبلغ السمت المغنطيسي من الشمال الى الجنوب جعلت نصف اكليل عن جانب السمت المذكور وبينما تمرُّ بهِ تكمل الاكليل اهليجيَّ الشكل اشعتهُ نازلة من الجانب الشرقي والجانب الغربي الى الافق وبعدما تمرُّ بهِ تكوّن نصف اكليل على الجانب الجنوبي منهُ

(٣٦٥) السحب الشفقية القطبية . متى ابتدأ الشفق القطبي يتصرّم يقلُّ ضياء اعمدتهِ وتختلط رسومها ويزداد عرضها وينقص طولها فتصير مثل سحب نيّرة وقد يُرى لها نسيج ليفيٌّ كنسيج السرس وتظهر بعد الاقواس والاعمدة مساءً

(٣٦٦) البخار الشفقي . هو ظاهر يُرى في اثناء ظهور الشفق القطبي كانهُ سديم او بخار نيّر يغشى اقسامًا كبيرة من السماء او يغشى السماء كلها نورهُ ضعيف ولاسيما في اعالي الجلد حيث لا يزيد عن نور المجرَّة الاَّ قليلاً وقد يكون شديدًا قرب الافق كنور حريق عظيم وذلك دليل على ان سمكهُ العمودي قليل بالنسبة الى امتدادهِ الافقي . ويحتمل ظهورهُ في كل شفق قطبي بهي وعلى الخصوص في خلال خفاء الاقواس والاعمدة وظهورها .

(٣٦٧) ارتفاع الشفق القطبي . قد تعين ارتفاعهُ بقياسات مدققة قيس بها الشفقان القطبيان الشهيران اللذان ظهرا في ١٨٥٩ وكان قياسها من جملة اماكن وذلك

شكل ٧٥



ان ارتفاعهما عن الافق الشمالي كان درجات قليلة لرَصَد اقصى الاماكن الجنوبية التي رُصِدا منها وازداد كلما تقدَّمت من هناك شمالاً حتى بلغ سمت الراس في بعض الاماكن وانبسط على كل شمالي السماء وجانب من جنوبيها في اماكن اخرى اقرب من تلك الى الشمال وعلى كل ما ظهر من السماء في اماكن اقرب من هذه ايضًا الى الشمال فليدل اذًا ا ب (شكل ٧٥) على قسم من

سطح الارض والاسماء التي تحتهُ على الاماكن التي رُصِد منها الشفق القطبي الذي ظهر في ٢٨ آب ١٨٥٩ في ساعة واحدة مساء ولتدل الخطوط المنقطة (المرسومة من المحلاّت الخمسة الاقصى جنوبًا) على ارتفاع الحدّ العلوي من نور الشفق القطبي عن الافق الشمالي فتكون النقطة د الحد الاعلى من نور الشفق القطبي قرب حافتهِ الجنوبية وارتفاعها ٥٣٤ ميلاً عن سطح الارض

ثم لتدل الخطوط الخمسة من المحلاّت الخمسة الاقصى شمالاً على ارتفاع الحد الاسفل من نور الشفق القطبي عن الافق الجنوبي فتكون النقطة س حدهُ الاعلى قرب حافتهِ الجنوبية وارتفاعها عن الارض ٦٤ ميلاً والخط س د هو الحد الجنوبي من الشفق القطبي

وقد ظهر ممَّا تقدَّم ومن نتائج رصود أُخَر كثيرة ان الشفق القطبي الذي ظهر في ٢٨ آب ١٨٥٩ كان غشاء من نور محيطًا بنصف الكرة الشمالي نازلاً الى الجنوب الى عرض ٣٨° في اميركا الشمالية والى ابعاد مجهولة شمالاً مخترقًا ما بين ٤٦ ميلاً و ٥٠٠ ميل من الارتفاع تارةً مبالغًا فيهِ واخرى مقلِّلاً . وان اخص ما تألَّف منهُ اعمدة نيِّرة قريبة من الموازاة لجهة الابرة المغنطيسية اذا تُرِكت معلَّقة اي ان الاطراف العليا من الاعمدة كانت مائلة جنوبًا على زوايا ١٥° الى ٣٠° في الولايات المتحدة فيكون طولها نحو ٥٠٠ ميل وقطرها من ٥ اميال الى ٥٠ ميلاً وربما زاد عن ذلك

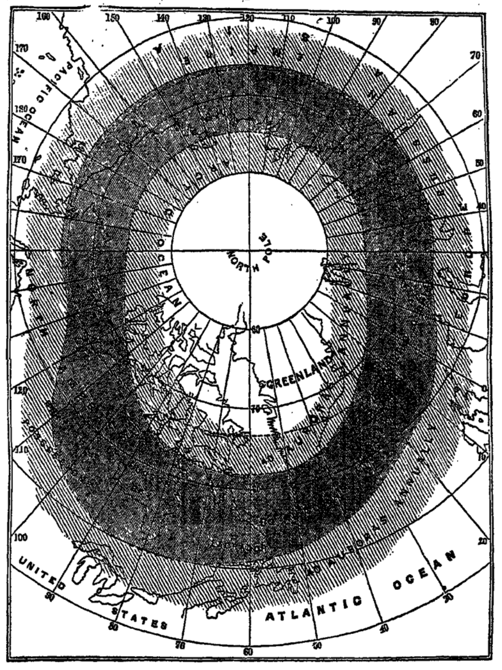
واعلم انهم قد حسبوا ارتفاع اشفاق قطبية كثيرة غير ما ذُكِر على طرق مماثلة للطريقة التي ذكرناها فكان معدَّل ارتفاع حد الاعمدة الاعلى ٤٥٠ ميلاً . وخلاصة ما تحقَّق من رصود كثيرة في هذا الشان ان الشفق القطبي لا يظهر الاَّ نادرًا على اقل من ٤٥ ميلاً ارتفاعًا وانهُ كثيرًا ما يزيد ارتفاعهُ عن ٥٠٠ ميل وان الاقواس الشفقية الواضحة تظهر على اقل من مئة ميل ارتفاعًا

(٣٦٨) التقديرات المتناقضة . زعم البعض ان الشفق القطبي يظهر على اقل من ١٠٠ ميل من الارتفاع عن سطح الارض بدليل انهم شاهدوهُ بينهم وبين سحابة غير ان ذلك لا يوجب قبول زعمهم لاحتمال ان يكون ما شاهدوهُ عن غيمة رقيقة الى الغاية مزيَّنة جدًّا بالنور الشفقي فيشرق النور من خلالها بحيث تظهر كأن النور يشرق من تحتها وذلك هو المُعتمَد عليهِ وقال آخرون ان الاعمدة تمدُّ اطرافها السفلى احيانًا الى راس جبل او تلٍّ والارجح انهُ وهمٌ ينخدع بهِ البصر فان الذين دققوا في رصد هذه الظواهر قد اجمعوا على انها حاصلة من انعكاس النور الشفقي عن الثلج الذي على الجبال . والخلاصة انهُ ما من دليل قاطع على ان الشفق القطبي قد نزل حتى صار على حد الغيوم وان يكن نزولهُ ممكنًا

(٣٦٩) صوت الشفق القطبي . ان ذلك وهمٌ ايضًا وان قال بهِ اهل الاعراض العليا وكيفوهُ بثلاث كيفيات حفيف وفحيح وطقطقة . وان ما يحملنا على عدم التصديق بهِ هو نفيهُ من قبل جماعة

مهرة الرصد وقد شتّوا في النواحي القطبية عدّة سنين وشاهدوا عددًا من ابهى الاشفاق القطبية ولم يسمعوا لها صوتًا . واما الاصوات التي يسمعها اهل الشمال فلا بد وان يكون اصلها سببًا

شكل ٧٦



آخر كهبوب الريح او تقصّف الثلج والجليد لتقلصها هناك بانخفاض درجة الحرارة . ولو كان للشفق القطبي صوت لاقتضى ان يتأخَّر سمعهُ برهة عن حركات الشفق القطبي فانهُ يلزم للصوت اربع دقائق لكي يمرّ خمسين ميلاً ولم يذكر احد شيئًا عما بينهُ وبين صوتهِ من كل مَنْ يدَّعي بانهُ يصوّت فالاقرب الى التصديق انهُ مسبَّب عن غير الشفق القطبي كما تقدَّم

(٢٧٠) تقسيم الشفق القطبي على سطح الارض . ان تقسيمهُ على سطح الارض مختلف فانهُ كثير في الاعراض العليا وقليل جدًّا في المنطقة الحارة ولم يشاهد في هافانا على عرض ٢٣° الاَّ ست مرَّات في مئة سنة وهو اقل من ذلك في جنوبيها . وكلما تقدَّمت شمالاً من كوبا زاد عدد الاشفاق القطبية وضياؤها وارتفاعها حتى انها كثيرًا ما تبلغ سمت الراس ومعدَّلها السنوي ١٠ على عرض ٤٠° و٢٠ على عرض ٤٢° و٤٠ على عرض ٤٥° و٨٠ على عرض ٥٠° وتكاد لاتخلو ليلة منها بين عرض ٥٠° و٦٢° من حيث تُرَى مرتفعة في السماء جنوبًا مثل ما ترى شمالاً . وكلما تقدَّمت من عرض ٦٢° الى القطب قلَّ عددها وضياؤها فمعدَّلها السنوي ٤٠ وراء عرض ٦٢° و٢٠ وراء عرض ٦٧° و١٠ عند عرض ٧٨°

واذا جرينا على هاجرة بطرس برج فالامر مثل ما تقدَّم غيران اماكن الاشفاق القطبية هناك ابعد شمالاً من التي في اميركا فان مكان معدَّل الثمانين على هاجرة بطرس برج هو بين عرض ٦٦° و٧٥° بخلاف ما في اميركا كما رأيت

ان في (شكل ٧٦) لونين احدهما اسود معتم والآخر اقل منهُ سوادًا . فالاوَّل يدل على الاماكن التي فيها يبلغ معدَّل الاشفاق القطبية السنوي ثمانين على الاقل والثاني على التي يبلغ فيها اربعين . واشدُّ فعل الشفق القطبي محصور في منطقة متطاولة محيطة بالقطب والخط المار بمركزها مارٌّ بهاجرة واشنطون على عرض ٥٦° وبهاجرة بطرسبرج على عرض ٧١° ولذلك يكون الشفق القطبي في الولايات المتحدة اكثر مما في اوربا على عرض مفروض وشكل المنطقة المشار اليها يشبه شكل خط من خطوط العرض المغنطيسي او خط عمودي على خط الهجر المغنطيسي ولا يبعد ان بين الاثنين علاقة

(٢٧١) الشفق القطبي في نصف الكرة الجنوبي . ان عدد الاشفاق القطبية في نصف الكرة الجنوبي مثل عددها في نصفها الشمالي او هو قريب منهُ على اعراض مغنطيسية مفروضة في كلا النصفين ولعلَّ تقسيمها على سطح الارض متساوٍ تقريبًا

(٢٧٢) الاشفاق القطبية الحادثة معًا في نصفي الكرة . انَّا بمقابلة رصود الشفق القطبي من نصفي الكرة نرى بينها موافقة غريبة يُستنتَج منها ان كل شفق قطبي عظيم في نصف الكرة الواحد يرافقهُ آخر مثلهُ في نصف الكرة الآخر اي ان كل شفق قطبي عظيم يحدث حول قطب مغنطيسي يقترن بآخر مثلهِ حول القطب الآخر

(٢٧٣) وقت الشفق القطبي من اليوم . ظهور الشفق القطبي ليس مقصورًا على ساعة من ساعات الليل ولكنهُ يزيد من الغروب الى نصف الليل ويقلُّ من نصف الليل الى الصباح واعظمهُ

في كانادا قبل نصف الليل بساعة وفوق كانادا على عرض ٥٢° نصف الليل ومن هناك شمالاً الى الاوقيانوس المتجمّد بعد نصف الليل بساعة

(٢٧٤) وقت الشفق القطبي من السنة . ظهور الشفق القطبي غير محصور في شهر دون آخر ايضاً غير انهُ متفاوت فاقلهُ في نيوانكلاند ونيويورك في الشتاء واعظمهُ في الخريف ذلك مع قطع النظر عن قصر ليالي الصيف والاّ فهو متساوٍ عدداً في الصيف والخريف. واعلم ان حدوث الشفق القطبي قليل في الشتاء على الاطلاق وكثير من نيسان الى ايلول وربما كان من نيسان الى حزيران اقل مما هو من حزيران الى ايلول

ويستنتج من رصود كانادا ايضاً عين ما تقدّم آنفاً الاّ ان تفاوت الايام في الطول هناك يجعل فرقاً اعظم في عدد الاشناق المذكورة عندهم صيفاً

(٢٧٥) وقت الشفق القطبي من القرن . ان عدد الاشفاق القطبية يختلف جدًّا في سنين عن اخرى فيتكاثر عدّة سنين في غاية البهاء ويقلُّ عدّة اخرى حتى يكاد لا يكون. ومن مقابلة رصود الاشفاق القطبية سنوات كثيرة في محل واحد يظهر من اختلاف عددها في سنين متوالية ما يدعو الى تعيين وقت من القرن لها فقد ظهر من رصود بوستن ونيوهافن من سنة ١٧٤٢ الى الآن انها كانت اكثر عدداً من المعتاد من ١٧٨٠ الى ١٧٩١ وانها نقصت عدداً وبهاء من ١٧٩٢ الى ١٨٢٧ وان لاكثريتها دورين احدها نحو ١٧٨٧ والآخر نحو ١٨٤٥ اي ان الاشفاق القطبية قد جرت في القرن الماضي في نيوانكلاند على نسق مختلف في الكثرة شبيه بدور فلكي وذلك الدور ٥٨ سنة

ويظهر ايضاً من مقابلة رصود القرنين الماضيين في اوربا ان الاشفاق القطبية ادواراً بلغت اعظمها كثرةً سنة ١٧٢٨ و ١٧٨٠ و ١٨٤٢ والازمان التي بينها عديمة الاشفاق القطبية . وجميع تلك النتائج تدل على وجود دورين كل اعظم وآخر مدّتهُ ٥٩ سنة تقريباً غير ان فيها من الشذوذ ما يظهر ان بينها دوراً آخر مدتهُ ١٠ سنين وذلك ظاهر من رصود اوربا واميركا جميعاً فانها تذكر سنين كثيرة الاشفاق القطبية ثم اخرى قليلتها بعد تلك بعشر سنين تقريباً. وخلاصة ما تقرّر منها ان لكل عشر سنوات اعظم وكذا لكل ٥٩ او ٦٠ سنة

(٢٧٦) اضطرابات الابرة المغنطيسية . تضطرب الابرة المغنطيسية بظهور الشفق القطبي اضطراباً متناسباً لاشتداد ضيائهِ واتساعهِ وبظهور الاعمدة الشفقية ايضاً ولاسيما اذا اضطربت الاعمدة نفسها وبظهور البوارق ايضاً ولاسيما اذا امتدّت الى سمت الراس فتجعلها تضطرب اضطراباً شديداً وتحرفها عن معدّل وضعها ويكون ذلك في وقت واحد على جانب عظيم من الارض حيث لا يظهر

الشفق القطبي . ففي الشفق القطبي الذي حدث في ٣ ايلول ١٨٥٩ اشتدَّت اضطرابات الابرة في اميركا الشمالية واوربا وشمالي اسيا وهولاندا الجديدة حتى تغيَّرت زاوية انحرافها ٢° ٤٥′ وزاوية انتكاسها ٣° ٤٩′ في نصف ساعة في طورنتوثم تجاوزت حدود المقياس فلم يَعُدْ يتيسَّر لهم ان يحكموا بالانحراف كلهِ وتغيَّرت قوَّتها الافقية ¼ قوَّتها كلها ثم تجاوزت الحدود ففاتهم الحكم بمقدار التغيُّر وذُكِرَت اضطرابات اشد من هذه في بعض مراصد اوربا

(٢٧٧) سير الاضطرابات المغنطيسية . ان الانحراف المشار اليهِ لا يحدث في وقت واحد في المحلاَّت البعيدة بعضها عن بعض بل يسير من مكان الى آخر وسيرهُ في اوربا من ش ٣٨° شر الى ج ٣٨° غ على معدَّل ١٠٠ ميل في الدقيقة وفي اميركا الشمالية من ش ٦٨° شر الى ج ٦٨° غ على معدَّل ١٠٠ ميل ايضًا في الدقيقة

(٢٧٨) تاثير الشفق القطبي في السلك البرقي. ان تاثير الشفق القطبي في السلك البرقي عظيم حتى الشفق القطبي اذا كان ساطعًا شديدًا ابطل اعمال التلغراف لانهُ يُحدِث على الاسلاك مجاري كهربائية فتهتز بها الآلات التلغرافية كما تهتز بالدق ولكنها لكثرة اهتزازها على غير انتظام يتعذَّر الاخبار بها بالعلامات المعهودة وقد احدث بعض الاشفاق القطبية مجاري كهربائية قوية فاستخدمت عوضًا عن البطارية الڤولتائية وصار الاخبار بفعل الشفق القطبي فيظهر من ذلك ان المجاري التي يجد بها الشفق القطبي على السلك البرقي هي مثل مجاري البطارية الڤولتائية اصلاً ولكنها اضعف منها فعلاً

التعليل عن النور القطبي

(٢٧٩) ذهب البعض الى ان النور القطبي مادَّة سديمية لطيفة شاغلة الفسحات التي بين السيارات تدور حول الشمس على بعد منها بحيث يتساقط منها قطع الى الهواء العلوي فتضيء من تكاثف الهواء تحتها بسرعة سقوطها وفساد ذلك ظاهر من انحصار الشفق القطبي في بعض اقسام الارض فقط ومقتضاهُ انها تسقط على كل قسم من اقسام الارض بلا استثناء فعدم قبولهِ هو لعدم موافقتهِ تقسيم الشفق القطبي على سطح الارض

(٣٨٠) الشفق القطبي ظاهرة ارضية فانهُ يبدو في نواحي الهواء العليا ويدور مع الارض . ولا يخفى ان الكواكب تدور بدوران الارض من الغرب الى الشرق بالظاهر لعدم وجود علاقة بينها وبين الارض اما الهواء والغيوم التي فيهِ وكل ما يختص بالارض فيدور مثلها في الحقيقة فلا يتغيّر بذلك موقعهُ النسبي والشفق القطبي يدور مثل هذه الامور الارضية فان الاكليل يبقى كل زمان ظهورهِ ثابتًا في محل واحد والنجوم تدور وراءهُ في الظاهر على معدَّل ١٥° في الساعة

(٣٨١) ان النور الشفقي نور كهربائي كما يظهر من فعل الشفق القطبي في السلك البرقي ولايضاح ذلك نقول

ان عمل التلغراف الكهربائي يتم بواسطة مجرى كهربائي مستحضر ببطارية ڤولتائية يجري على شريط موصل للكهربائية واصل بين محلاَّت بعيدة وبعد ما ينتهي منهُ يجري حول مغنيط مكهرب فيمغنطهُ تمغنطًا وقتيًا فيجتذب المغنيط الراقم فيرسم علامة على القرطاس . وكما تُؤَثّر كهربائية البطارية في السلك البرقي تُؤَثّر فيهِ كهربائية الجلد عند حدوث نوء رعد والشفق القطبي ايضًا اذا كان عظيمًا. وقد ظهرت كل خصائص الكهربائية في شفقي آب وايلول ١٨٥٩ وهي

اولاً ظهور شرارة عند مرور الكربائية من موصل الى آخر . وقد تمَّ ذلك في الشفقين القطبيين المشار اليهما باخذ شرار لمَّاع عن اسلاك برقية خالية من كهربائية البطارية في اماكن متعدّدة من اميركا واوربا

ثانيًا ظهور حرارة عند مرور الكهربائية في موصلات غير جيّدة . وقد تمَّ ذلك في الشفقين ايضًا فان حرارتهما احرقت قرطاسًا وخشبًا في اميركا واوربا

ثالثًا هزّة في الجسم الحيواني عند مرور الكهربائية فيهِ . فان ضاربي التلغراف اهتزُّوا هزًّا شديدًا عند ملامستهم الاسلاك

رابعًا ظهور المغنطيسية في الحديد . فان كثيرًا من المغنطيسية ظهر في الحديد حتى زاد عمَّا يلزم للاشغال التلغرافية

خامسًا ان الكهربائية تحرف الابرة المغنطيسية عن وضعها الاصلي فان علامة التلغراف الاعتيادية تتم في انكلترا بابرة مغنطيسية حولها لفّة من شريط النحاس فتنحرف عند مرور الكهربائية فيهِ وقد انحرفت الابرة في الشفقين المشار اليهما اكثر مما تنحرف ببطاريات التلغراف

سادسًا ان الكهربائية تحلُّ حلاً كيماويًا وقد فعل الشفقان في الورق الكيماوي ما تفعلهُ البطارية الڤولتائية فيهِ اي انهما حلاَّ مركبًا كيماويًا

سابعًا ان بعض الاجسام كذوَّب كبريتات الكينا يصير ذا منظر خصوصي اذا مرّت الشرارة

الكهربائية فيه بانهُ يظهر نيرًا من ذاتهِ وهو ما يُسمّى الازهار وقد فعل ذلك النور القطبي في المذوّب المذكور وامثالهِ

فيظهر ممّا تقدّم ان السائل الحادث من الشفق القطبي على السلك البرقي هو سائل كهربائي وهواما ان يتنزل على السلك بالنقل او بالمجاورة الكهربائية فعلى الاوّل يكون النور الشفقي نورًا كهربائيًا قطعًا وعلى الثاني فلاننا لانعرف الاّ عاملين بهيجان كهربائية الموصلات البعيدة بالمجاورة وهما المغنطيسية والكهربائية ولان السائل الشفقي نيّر والمغنطيسية غير نيّرة فالنور الشفقي هو نور كهربائي لا مغنطيسي

(٢٨٢) الوان الشفق القطبي . هي عين الالوان التي تُرَى في الكهربائية الاعتيادية عند مرورها في هواءٍ ملطّف فانك اذا اخذت شرارة عن آلة كهربائية وامررتها في الهواء الاعتيادي رأيت نورها متفرّقًا ابيض الاّ قليلاً واذا امررتها من زجاجة فيها هواءٌ ملطّف قليلاً زاد تفريق النور ومال لونهُ الى الوردي واذا تلطّف الهواء اكثر في الزجاجة تفرّق النور جدًّا وصار لونهُ ورديًّا غامقًا او بنفسجيًا وهذه هي الوان الشفق القطبي من الابيض المصفرّ الى الوردي ثم الى الاحمر القاني وربما كان تغيُّر هذه الالوان متوقفًا على ارتفاعهِ عن الارض وعلى كمية البخار المتكاثف في الهواء. وقد يشاهد في بعض الاشفاق القطبية لون اخضر يحصل من وقوع اللون الاصفر على لون السماء الازرق فان الاخضر يحصل من اختلاط هذين اللونين وقد يشاهد ما يشبه ذلك في الشفق الاعتيادي من وقوع نور الشمس الاصفر على لون السماء الازرق

(٢٨٣) اصل الاكليل الشفقي . ان ظهور الاكليل الشفقي حول السمت المغنطيسي كما تقدّم هو ممّا يتخيّلهُ البصر بسبب موازاة كثير من الاعمدة الشفقية النيّرة بعضها لبعض فاذا وازى عدد منها جهة انتكاس الابرة يظهر انها تلتقي عند قطب الابرة ولا يُعلَّل عن ذلك الاّ بما تقدّم فالاكليل يُرَى حول السمت المغنطيسي من كل مكان الآن ما يراهُ الواحد هو غير ما يراهُ الآخر كما في قوس قُزَح فان القوس الظاهرة لناظر هي غير الظاهرة لغيرهِ

(٢٨٤) ماهية الاعمدة الشفقية. الاعمدة الشفقية هي فسحات نيّرة حادثة من جرى الكهربائية في اعالي الهواء . وكان طولها في شفقي ١٨٥٩ نحو ٥٠٠ ميل وارتفاع اطرافها السفلى ٤٥ ميلاً عن الارض وميل اطرافها العليا بقرب نيويورك ١٧° الى الجنوب

وزعموا قبلاً ان المجرى الكهربائي يجري ضرورةً في جهة محور الاعمدة الشفقية اسي ان الكهربائية تتفرّغ من اعالي الهواء الى الارض او من الارض الى اعالي الهواء وقد ظهر من الاكتشافات المتأخرة ما اضعف ذلك الزعم فانهُ اذا جرت الكهربائية في وعاءٍ قد تفرّغ الهواء منهُ فقد يترتب نورها في بعض الاحوال في طبقات نيّرة فمظلمة على التوالي مقاطعة مجرى الكهربائية على زوايا قائمة

فكان ينبغي على ذلك ان الكهربائية بجريها افقيةً في اعالي الهواء تحدث طبقات منيرة ومظلمة كالاعمدة الشفقية ولكن ترتُّب النور هنا ناتج عن تقطع في شدّته ولا يمكن ان يحدث ذلك بسرعة كافية في الطبيعة حتى تُظهر طبقات مظلمة ومنيرة . فالارجح ان الاعمدة الشفقية ناتجة عن جري الكهربائية في جهة محاورها

(٢٨٥) اصل القطعة المظلمة . ان الدكنة التي تصيب الجوّ في كل شفق قطبي عظيم ناتجة عن تكاثف البخار في الهواء والمرجح ان البخار يكون حينئذٍ على شكل ابر من جليد او كسف من ثلج لانهُ كثيرًا ما تتساقط كسف الثلج والشفق القطبي ظاهر فيظلم الهواء بالبخار قليلاً بدون ان يظهر فيهِ غيم فيدكن الجوّ وذلك هو اصل القطعة المظلمة التي تشاهد على الافق الشمالي من الولايات المتحدة ودكنتها واضحة قرب الافق اكثر مما في بقية النواحي لامتداد البصر في هواء الافق المضبّ اكثر مما يمتدُّ في غيرهِ واذا انبسط الشفق القطبي على السماء كلها ادكن الجوّ كلهُ فتظهر القطعة المظلمة على الافق الجنوبي ايضًا

(٢٨٦) دوران الكهربائية حول الارض . ان البخار الذي يصعد عن مياه البحور في كل عرض ولاسيما في المنطقة الحارة يحمل كثيرًا من كهربائية الارض الايجابية الى الهواء ويترك السلبية فتصعد الكهربائية الايجابية عمودية تقريبًا بمجاري الهواء الصاعدة ثم تنعطف الى كلٍّ من القطبين بمجاري الهواء العلوي فتكون الارض والهواء العلوي المتلطّف بمثابة الصفيحتين الموصلتين في المكثف ويكون الهواء السفلي بمثابة الفاصل بينهما فتتكاثف الكهربائية الايجابية والسلبية بفعلها الواحدة في الاخرى وعلى الخصوص في النواحي القطبية حيث تتقاربان كثيرًا ومتى بلغتا الحدّ المعيَّن تفرَّغتا من موصل الى آخر فان كان الهواء رطبًا لم ينقل الاَّ جانبًا من كهربائية الجلد الى الارض لانهُ يكون غير جيّد للايصال فلا تبطل الكهربائيتان احداهما الاخرى الاَّ بعد تفرُّغات مختلفة شدَّةً وعددًا . ويكون ذلك في وقت واحد على كلا القطبين لوجوب المساواة في اقتراب الكهربائيتين احداهما الى الاخرى هناك . ترى (شكل ٧٧) دورة الكهربائية حول الارض اما ج و ش فهما القطب الشمالي والقطب الجنوبي

شكل ٧٧

(٢٨٧) سبب الاعمدة الشفقية . اذا تفرَّغت كهربائية الهواء الى الارض بموصل غير جيّد فلا يكون جريها متساويًا في كل اجزائهِ بل يسرع حيث تقل المقاومة لهُ ويبطئ حيث تكثر فيحدث

من ذلك نور وهو سبب الاعمدة الشفقية وكان يُزعَم انها تكون عمودية ولكن وضعها محكوم عليهِ بمغنطيسية الارض فان من خصائص المغنطيسية انها اذا عملت في موصل لدن تمامًا يجري فيهِ المجرى الكهربائي تصيِّرهُ منحنيًا على الانحناء المغنطيسي والابرة المغنطيسية المتكسة تظهران جهة المخني المغنطيسي تمرُّ في تلك النقطة على سطح الارض ولذلك يكون محور كل عمود شفقي واقعًا في المخني المغنيطي المار بقاعدتهِ وبما ان الاعمدة المتقاربة متوازية يظهر انها تلتقي في جهة السمت المغنطيسي

(٢٨٨) ايضاح وضع الاقواس الشفقية. اذا افلتت الكهربائية من موصل معدني تحت قابلة قد تفرَّغ الهواء منها وكان الموصل قطب مغنيط قوي خط النور الكهربائي دائرة تامة نيّرة حولهُ وكذلك اصل القوس الشفقية فانها قطعة من دائرة نيّرة موازية سطح الارض تقريبًا مركزها القطب المغنطيسي وتقاطع كل الهواجر المغنطيسية على زوايا قائمة ووضعها هذا مرتَّب بفعل مغنطيسية الارض فيها

(٢٨٩) وضع الاقواس الشفقية الشاذ. ان الاقواس الشفقية لا تكون دائمًا عمودية تمامًا على خط الهجير المغنطيسي بل تميل عليهِ احيانًا ميلًا ثابتًا وقد يكون ميلها عشر درجات وذلك لان تعيين جهة الابرة المغنطيسية في مكان يكون بالاكثر بمراعاة وضعها بالنظر الى القطبين المغنطيسيين وقلما تُراعَى الاسباب المحلية في ذلك كوضع البحر والبر ونحوها فيمكن ان هذه تجعل فرق ١٠° في اتجاه الابرة عما يُعيَّن بمراعاة القطبين المغنطيسيين فقط غير ان المظنون ان تاثيرها ينقص بالارتفاع حتى يكون بين اتجاه الابرة على ارتفاع الاعمدة الشفقية واتجاهها على سطح الارض عدَّة درجات من الفرق

(٢٩٠) سبب البوارق الشفقية. سببها عدم استواء جري الكهربائية في الشفق القطبي لعدم جودة الهواء للايصال فيجعل جري الكهربائية متقطّعًا. فالبوارق هي وميض البرق الضعيف

(٢٩١) سبب الاضطرابات المغنطيسية. سبب اضطرابات الابرة في الشفق القطبي هو مجاري كهربائية في الهواء او في الارض فكما ان الكهربائية تحرف الابرة عن وضعها الاصلي اذا جرت في موصل جيد كشريط نحاس ملفوف حول الابرة هكذا تحرفها اذا جرت في الهواء او في الارض. ولعلَّ خاصية الاتجاه في الابرة المغنطيسية ناتجة عن فعل مجاري كهربائية دائرة حول الارض من الشرق الى الغرب فانها على افتراض وجودها توقع الابرة المغنطيسية على جميع المواقع التي هي عليها الآن وقد تحقق وجودها بالرصد وبيان ذلك

انهُ قد مرَّ عليك (عـ ٢٨٦) ان الكهربائية الايجابية تدور حول الارض في الهواء من خط الاستواء الى القطبين ثم تعود في الارض من القطبين الى خط الاستواء ردًّا للموازنة المنتزعة بتبخير

المياه في المنطقة الحارة ويظهر من الرصد ان هذا المجرى يغيّر مجراها الدائم من الشرق الى الغرب وهي عائدة من القطبين الى خط الاستواء فتصيرهُ من الشمال الشرقي الى الجنوب الغربي غير دائم لوجود مجرى آخر يجري في جهة مخالفة لجهتهِ فيجري كلٌّ منهما برهةً يسيرة على التوالي فتضطرب الابرة المغنطيسية وبذلك كفاية للتعليل عنها جميعها

(٣٩٢) فعل الشفق القطبي في السلك البرقي . تاثيرهُ فيهِ كتاثير الكهربائية فيهِ في نوءٍ رعدٍ الاَّ في الشدَّة والدوام فان كهربائية السلك تتفرَّغ حالاً في نوء الرعد وتبرق واما كهربائية الشفق القطبي فقد تدوم جارية فيهِ بشدَّةٍ وانصال عدَّة دقائق

(٣٩٣) سبب الاختلاف اليومي في الشفق القطبي . هوعين السبب في اختلاف شدَّة الكهربائية اليومي فان ما يوافق جري الكربائية من الهواء الاعلى الى الارض يحدث ايضًا شفقًا قطبيًا متى كانت شدَّة الكهربائية في الهواء الاعلى كافيةً وكان الهواء كله بحيث تجري الكربائية فيهِ جريًا بطيئًا

(٣٩٤) سبب الاختلاف السنوي . ان اختلاف عدد الاشفاق القطبية بين شهر وآخر متوقف على كمية الكهربائية في الهواء العلوي ورطوبة الهواء الذي تفرَّغ فيهِ الكهربائية اما معظم اذدخار الكهربائية فهو في الصيف لكثرة التجفير حينئذٍ ولعلَّ ذلك هو السبب في زيادة عدد الاشفاق القطبية صيفًا عنهُ شتاء في اميركا الشمالية واما نقصان عددها في اواسط الصيف في اوربا فلان الشفق الاعتيادي يدوم حينئذٍ كل الليل هناك فيمنع ظهور الشفق القطبي

(٣٩٥) سبب الاختلاف القرني . ان اختلاف عدد الاشفاق القطبية في سنين عن اخرى يدل على تاثير الكواكب البعيدة عما في كهربائية ارضنا فان مدَّات الشفق القطبي تشبه مدَّات معدَّل الاختلاف اليومي للابرة المغنطيسية وكثرة ظهور الكلف على وجه الشمس

اما الاختلاف اليومي للابرة المغنطيسية فقليل ويميل بهِ طرفها الشمالي قليلاً الى الشرق في الصباح والى الغرب نحو الظهر ومعدَّلهُ يختلف باختلاف المحل والسنة اذا كان المحل ثابتًا ولذلك مدَّة ظاهرة . كان معدَّل الاختلاف اليومي سنة ١٨٢٨ في براك ١٢ ʹ ثم نقص حتى صار ٦ ʹ سنة ١٨٤٤ ثم زاد حتى صار ١١ ʹ سنة ١٨٤٨ فبين الاعظمين مدَّة تزيد قليلاً عن عشر سنوات . ويظهر من رصود اماكن اخرى دام بعضها مئة سنة ان لاعظم اختلافات الابرة مدَّة عشر سنين او احد عشر سنة غير ان الاعظمات ليست متساوية ويظهر من ذلك ان لها مدَّةً ايضًا بين اعظم وآخر من خمسين الى ستين سنة (انظر الجدول في آخر الكتاب)

واما كثرة الكلف على وجه الشمس فقد تبيَّن ان لها مدَّةً ايضًا واكثريتها تناسب اكثرية الاختلافات المغنطيسية المتقدَّم ذكرها

ولهذه الظواهر الثلثة اي الكلف ومعدّل الاختلاف اليومي للابرة المغنطيسية وكثرة الاشفاق القطبية دوران ظاهران اولها من ١٠ سنين الى ١٢ سنة والثاني من ٥٨ الى ٦٠ سنة. والاوّل يساوي دورةً من دورات المشتري حول الشمس والثاني خمس دورات من دوراتهِ او دورتين من دورات زُحَل فالظواهر المشار اليها متوقّفة على حركات السيارين المذكورين والشك في ذلك ضعيف وقد ظهر من الرصود ان لها ادوارًا أُخَر ثانوية مسبَّبة عن الزهرة على ما يُظَنّ. اما كيفية تاثير السيارات في الشمس فغير معروفة والمظنون ان للشمس مجاري كهربائية تدور حولها وربما تكون اصل نورها فتنفعل في السيارات بان تحدث مجاري كهربائية فيها وبرد الفعل تفعل السيارات فيها بشدَّة تختلف باختلاف ابعادها واوضاعها فتتعين بذلك ادوار موافقة لمدّات السيارات في دورانها. والاضطرابات التي تحصل من ذلك في مجاري الشمس هي سبب من جملة اسباب الكلف واذا اشتدَّت فربما اضطربت معها المجاري الكهربائية التي في الارض فتحدث شفقًا قطبيًّا بهيًّا

(٢٩٦) تقسيم الشفق القطبي على سطح الارض . ذلك متوقف بالاكثر على شدَّة مغنطيسية الارض في اعراض متعدّدة لان من طبيعة النور الكهربائي ان يرسم دائرة حول القطب المغنطيسي على بعد منهُ كما تحقق من التجربات بمغنيط صناعي فلذلك لابد من كونهِ اكثر وضوحًا حول القطب المغنطيسي لا فوقهُ تمامًا وهذا شان الاشفاق القطبية فان اكثرها يظهر في منطقة مطابقة لعرض من الاعراض المغنطيسية تقاطع خط الحجر المغنطيسي على زاوية قائمة

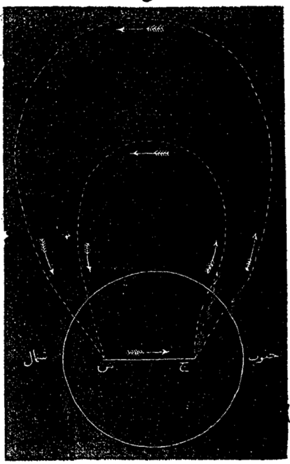
(٢٩٧) سبب عدم ظهور الشفق القطبي في المنطقة الحارة . سببهُ فرط شدَّة الكهربائية هناك فتجري بقصف شديد محدثة انواع رعود هائلة وقلة شدَّة المغنطيسية وعدم اقتدارها على ضبط حركات الكهربائية ولذلك ترى ان الرعد قليل في الاعراض العليا لمرور كهربائية الجلد الى الارض هناك بهدوٍّ وبطءٍ وضبط مغنطيسية الارض اياها

(٢٩٨) سبب ظهور الاشفاق القطبية في وقت واحد في نصفي الكرة . لا يُعلَّل عن ظهور الاشفاق القطبية العظيمة في نصف الكرة الشمالي بفرض نقل كهربائية الجلد من نصف واحد من الارض الى نصفها الآخر فان الابرة المغنطيسية تبلغ اعظم اختلافها في وقت واحد في كلا النصفين ولا يُعلَّل عنهُ بتغيُّرات عظيمة دورية في كهربائية الارض كلها المتولّدة من تبخير المياه لان معدّل حرارة سطح الارض لا يتغيَّر من سنة الى اخرى والظاهر انهُ لا يُعلَّل عن ذلك الاَّ بفعل الشمس بواسطة مغنطيسيتها او المجاري الدائرة حولها فهو يفعل في نصفي الكرة في وقت واحد

(٢٩٩) الدورة الكهربائية ممكنة . فالارجح ان الشفق القطبي ليس ظاهرًا هوائيًّا محضًا بل هو حادث على نوع من فواعل غير ارضية هي مجاري كهربائية يحكم بوجودها من التاثيرات

السماوية . ولما كان للارض كثير من خصائص المغنيط الدائم فلكل قطب من قطبيها فعل مضاد لفعل القطب الآخر فالمجاري التي عند القطبين متضادة السير ضرورةً ويستنتج من ذلك انها تدور في شكل شبيه (بشكل ٧٨) حيث يدل شمال وجنوب على القطبين المغنطيسيين للارض و سَ وجَ

شكل ٧٨



على قطبي مغنيط وهي عبارةً عن مغنطيسية الارض والخطوط المتقاربة عند القطبين على الاقواس الشفقية المرتكزة عليها الاعمدة والخطان المنقطان على منحنيات مغنيطية مارّة من الاعمدة في نصف الكرة الشمالي الى مثلها في النصف الجنوبي مظهرة طريق المجاري الكهربائية في مرورها فوق الهواء من نصف الارض الواحد الى نصفها الآخر . وبين هذا الحكم وما تقرّر (عـ ٢٦٨) موافقة جوهرية في كل الاماكن التي استُقرِيَ فيها من نصف الكرة الشمالي ومخالفة في نصفها الجنوبي وليست الرصود هناك كافية للحكم بين الرايين

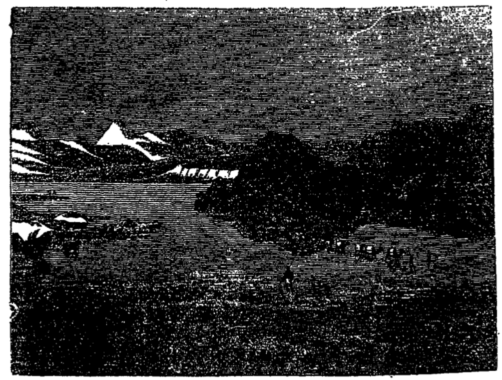
الباب الثامن

في المتيورولوجيا البصرية

الفصل الاوّل

في السّراب

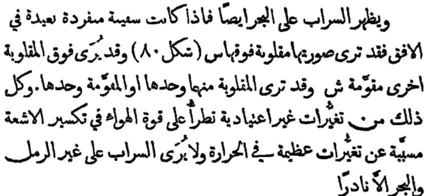
(٤٠٠) السّراب ظاهرة هوائية من شانها الايهام بتغيير وضع المرئيّات البعيدة فيرفعها او يخفضها اما مع تركها مقوّمة او مع قلبها فتظهر مثل صور الاشباح المنعكسة عن ماءٍ ساكنٍ وذلك كثير على شكل ٧٩



الرمال المحماة بحرارة الشمس ولاسيما في مصر وبلاد العرب ففي مصر السفلى رمال فسيحة وقرى متفرّقة على كثبانها اذا نُظِر اليها عن بعد في نصف النهار بانت كانها في بحيرة وظهرت صور البيوت

والاشجار في البحيرة مقلوبة ورسومها غير واضحة متموّجة في الغالب كانها قد انعكست عن ماء مضطرب وكلما دنوت من شط البحيرة الموهومة تباعد عنك الماء الموهوم واحاط بقرية اخرى ابعد ويشاهد ذلك ايضًا في بعض جهات كاليفورنيا وقد يُرَى في الولايات المتحدة . ترى (شكل ٧٩) صورة سراب شوهد في بلاد الحبش

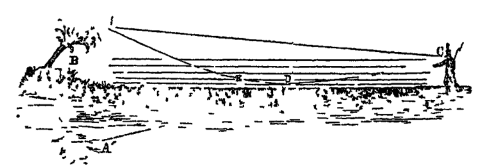
شكل ٨٠



ويظهر السراب على البحر ايضًا فاذا كانت سفينة منفردة بعيدة في الافق فقد ترى صورتها مقلوبة فوقها س (شكل ٨٠) وقد يُرَى فوق المقلوبة اخرى مقوَّمة ش وقد ترى المقلوبة منها وحدها او المقوَّمة وحدها . وكل ذلك من تغيُّرات غير اعتيادية نظرًا على قوة الهواء في تكسير الاشعة مسبَّبة عن تغيُّرات عظيمة في الحرارة ولا يُرَى السراب على غير الرمل والبحر الاَّ نادرًا

(٤٠١) السراب في مفازة . تصوَّر رملًا مستوية افقية تقريبًا قد احمتها الشمس جدًّا فطبقة الهواء التي عليها تسخن وتُسخِن الطبقة التي فوقها قليلًا وهذه التي فوقها اقل وهكذا تزداد كثافة الهواء سريعًا بزيادة الارتفاع عن سطح الارض الى حدٍّ معتدل

شكل ٨١



ثم لتكن BA (شكل ٨١) شجرة تُرَى على وضعها الحقيقي اذا نُظِر اليها من C في هواء متساوي الكثافة تقريبًا وليفرض ان طبقات الهواء التي اسفلها متناقصة الكثافة من A الى الارض فالاشعة DA وEB المنعكسة عن راس الشجرة مارة بتلك الطبقات تنحرف اكثر فاكثر عن العمودي حتى تلاقي طبقة منها على زاوية لا تستطيع ان تنفذها بها فتنعكس عنها عند D وE ثم تمرُّ في طبقات متزايدة الشدَّة فتنعكس الى الاعلى وتلاقي عين الناظر عند C فيرى الشجرة في الجهة الاخيرة التي تاتي الاشعة فيها اي يرى صورة مقلوبة B َA َ تحت الشبح الحقيقي بانعكاس الاشعة كما يراها لو انعكست عن ماء ساكن فيخال له انها محاطة بالماء

ولما كان الفرق في انكسار النور من طبقة الى اخرى من الهواء قليلاً لما هو ظاهر فيلزم ان تكون الاشعة الآتية الى العين موروبة جدًّا اي ان يكون علو الشبح عن الارض قليلاً والناظر بعيدًا

(٤٠٢) اظهار السراب عملاً. ذلك يتمّ بوضع سائلين مختلفي الكثافة كالماء والكحول او الماء وشراب السكر او الماء البارد والحار في وعاء واحد فيمتزجان فتتناقص قوتهما على التكسير شيئًا فشيئًا من الكحول الى الماء ثم ان نُظر شبح من ورائهما بان مقلوبًا . واذا كان سهل رمال حاميًا جدًّا وكان الهواء ساكنًا فان قرَّب الناظر عينهُ الى الارض رأى صور العشب وغيرهِ من الاشباح البعيدة مقلوبة

(٤٠٣) السراب على البحر. ذلك يكون اذا سكن الهواء تمامًا وكانت الطبقة الملامسة سطح الماء منهُ ابرد من التي فوقها والتالي اكثف منها وهذه ابرد من التي فوقها وهلمَّ جرًّا فعند ذلك تظهر صور الاشباح البعيدة كالسفن مقلوبة فوقها وتكاد تكون واضحة مثلها

شكل ٨٣

لتكن ا (شكل ٨٣) سفينة في الافق قد نُظِر على وضعها الصحيح باشعة مستقيمة دخلت العين عند ي مارَّةً بطبقات متساوية الكثافة تقريبًا ثم ليفرض ان كثافة الطبقات قد تناقصت بسرعة من الاسفل الى الاعلى فالاشعة ا د التي تاتي من راس المركب وقعرهِ مارَّةً من الاكثف الى الالطف تنحرف اكثر فاكثر عن العمودي حتى تلاقي احدى الطبقات على زاوية لا تستطيع ان تنفذها فتنعكس عنها عند د وس وتنكسر الى الاسفل بمرورها من الالطف الى الاكثف حتى تلاقي العين عند ي فيُرَى المركب في الجهة الاخيرة التي تجري فيها الاشعة المنكسرة اعني يرى مقلوبًا لانعكاس اشعتهِ

واما الاشعة التي لا تصل الى العين عند ي والهواء على حالتهِ الاعتيادية فتنحرف ايضًا جاعلة منحنيات لا تتقاطع قبل وصولها الى العين فيرى المركب بسببها صورة مقوَّمة فيظهر مقوَّمًا ومقلوبًا معًا

(٤٠٤) السراب الجانبي. قد ينقسم الهواء الى قسمين بسطح عمودي في البلاد الكثيرة الجبال او في السواحل المرتفعة فتسخن الشمس احدهما ويبقى الآخر باردًا لوقوعهِ في ظل جبل او هضبة ويكون الانتقال من احدهما الى الآخر على التدريج

ليدل (شكل ٨٤) على ذلك فان وقف الناظر عند B يرى في القسم الحار صورتين C̄ و D̄

وهما صورتا الشبحين C و D في القسم البارد كانهُ ينظر اليهما في مرآة عمودية وهذا هو السراب الجانبي وهواقل من سائر اشكال السراب ظهورًا واقصر منها مدَّةً

شكل ٨٢

(٤٠٥) انتقالات موضعيَّة . قد تنتقل الاشباح القريبة الى الافق انتقالاً جانبيًّا من مواضعها كما يحدث قرب الجبال وذلك قليل او تنتقل انتقالاً عموديًّا وذلك كثير فتظهر ارفع مما هي حقيقةً وقد تزدوج في الظاهر لوصول بعض الاشعة الى العين بدون ان تنحرف ما يُشعَر بهِ ووصول بعضها في منحنيات حاصلة عن انحرافها في نفوذها طبقات متزايدة الكثافة ويختلف هذا الظاهر عن السراب بعدم انقلاب الصورة فيهِ لعدم انعكاس النور كما قد تقدَّم بالتفصيل

الفصل الثاني

في امتصاص الهواء للنور وعكسهِ لهُ

(٤٠٦) امتصاص النور. ان الهواء لايكون قط شفافًا تمامًا بدليل انهُ يمتص جانبًا من النور اذ يمرُّ فيهِ فعدم وضوح الاشباح البعيدة كرؤوس الجبال وغيرها لشيء يظهر عليها كانهُ ضباب او دخان مزرقّ مسبَّبٌ عن قلة النور عليها . وقلَّة النور هذه تنتج عن وجود دقائق من البخار الكثيف او الهباء في الهواء وعن اختلاف الكثافة في طبقات الهواء نفسها اما لاختلاف ضغطهِ او لاختلاف درجة حرارتهِ فينعكس بعض النور كلما مرَّ من طبقة الى اخرى مختلفة عن تلك في الكثافة فيقل القسم النافذ منهُ . ولكن متى وقع المطر ينقَّى الهواء من تلك الشوائب وتتساوى حرارتهُ تقريبًا باختلاط طبقاتها بعضها في بعض فتزيد شفافيتهُ جدًّا

(٤٠٧) احمرار الجلد مساء . اكثر احمرارهِ ينتج عن البخار المتكاثف الذي يتحوَّل الى غيم ونحوهِ عند هبوط حرارة النهار. فانا اذا امررنا نور الشمس في منشور زجاجي في ساعات متغايرة من النهار وجدنا ان الطيف يختلف باختلاف ارتفاع الشمس فكلما قاربت الافق قصر البنفسجي فيهِ حتى يختفي ويبقى الاحمر على حالهِ فيُستنتَج منهُ ان اشعة البنفسجي التي هي اشد من سائر الاشعة

انكسارًا هي اضعف مما سواها على نفوذ الهواء الكثيف بالبخار والهباء قرب الافق فلذلك متى اقتربت الشمس الى الافق يُظهِر نورها كثيرًا من الاشعة الحمراء في طرف الطيف فينصل لونها الى الجوّ والسحب الجارية فيهِ [وكلّ ما زاد البخار في الهواء يزيد عرض خطوط فراونهوفر]

وهذا هو السبب في اشتداد حمرة الشمس قبل الغروب حتى ترى كما لو نظرت من زجاجة مدخنة ويظهر ذلك عند الغروب اكثر مما يظهر عند الشروق لنزول دقائق البخار المتكاثفة الى الارض عند الشروق او رجوعها الى بخار غير منظور بسبب حرارة الصباح المتزايدة

(٤٠٨) نور الجلد المعكس. اذا وقف الراصد ليلاً في جوار مدينة عظيمة فقد يرى في الجوّ نورًا واضحًا يزين السماء من انعكاس انوار المدينة عن الجلد واذا حدث حريق عظيم في المدينة زاد ضياء النور جدًّا . فالجلد يعكس النور الواقع عليهِ ولذلك لا ترى النجوم نهارًا ولا تظلم الغرف التي لا يدخلها شعاع الشمس راسًا اما نور الجلد فاقل من نور القمر قليلاً لان القمر يُرَى نهارًا مثل سحابة بيضاء

واعلم ان نور الجلد متوقف على قلة نقاوة الهواء فكلما تكاثرت دقائق البخار الكثيف في الهواء ازداد الضياء ويتوقف على ثقل الهواء ايضًا فانهُ اقل على رؤُوس الجبال مما على السواحل . واشدُّ الجوّ ضياء ما وقع قرب الشمس ثم يقلُّ بالابتعاد عنها

(٤٠٩) زراق الجوّ. قوّة الاشعة الحمراء عظيمة على نفوذ الهواء الكثيف كما تقدّم واما قوة الزرقاء فاعظم على الانعكاس عنهُ ولا يشعر بذلك الاَّ بعد ما ينفذ النور هواء كثيرًا . فلون السماء ناتج عن انعكاس النور عن الهواء وكلما راق الهواء اشتدَت زرقتهُ . واذا اشرقت الشمس على جبل مكسوٍّ بالثلج كان لون الجانب الشرقي منهُ ورديًّا او برتقاليًّا ولون الجانب الغربي الى الزرقة. والخلاصة ان لون السماء هو من انعكاس النور عن الهواء لا من لون خصوصي في دقائق الهواء

(٤١٠) الكيانومتر. ان لون السماء يختلف في الشدَّة من وقت الى آخر وقد اخترع سوسور آلة لقياس ذلك سمَّاها الكيانومتر وهي عبارة عن ٢٧ قسمًا ملوَّنًا اوَّلها ابيض تقريبًا وآخرها ازرق كالكوبلت الشديد الزرقة وبينهما كل الالوان التي بين الابيض والازرق وجميعها منمَّرة من ١ الى ٢٧ . وعن ٢٧ قسمًا ايضًا اوَّلها آخر الاقسام المذكورة وآخرها اسود حالك وبينهما كل ما بين الازرق والاسود من الالوان وهي منمَّرة من ٢٧ الى ٥٣ . فيُقابَل لون السماء بالوانها ويُعيَّن بنمرة اقرب الالوان اليهِ . وقد اختُرِعَت كيانومترات غيرهُ مبنية على احكام النور المستقطب

واعلم ان زرقة الجوّ تزيد من الافق الى سمت الراس فان كانت نمرتها ٢٠ عند سمت الراس كانت اربعة عند الافق وتبلغ اعظمها بعيد وقوع المطر لانهُ ينقي الهواء وتقلُّ بزيادة دقائق البخار

المتكاثفة في الهواء وعلى ذلك يستدلّ على قدوم المطر من اصفرار الجوّ . ونقلٌ ايضًا با لابتعاد عن خط الاستواء فان معدّلها ٢٤ في كوامانا على عرض ١٠° و١٤ في اوربا وتطابق ١٨ إ من الكيانومتر في نيوهافن في الايام الصافية . ونقلٌ با لارتفاع عن الارض فعلى ارتفاع ١٦٠٠٠ قدم يسودّ الجوّ تقريبًا وقد وجدها سوسور ٣٩ على قمة الجبل الابيض وكانت عند سفحهِ ١٨ قرب سمت الراس .

(٤١١) الفجر والشفق . لولا الهواء لابتدأ الليل حال تواري الشمس با لافق والنهار حال طلوعها منهُ فعلة الفجر والشفق هي الهواء . وقد تعيّن حدّ الشفق عند علماء الهيئة الى ظهور ذوات القدر السادس من النجوم في سمت الراس مساءً وحد الفجر عند انطفائها صباحًا . وينتهي الشفق في الولايات المتحدة عند بلوغ الشمس ١٧° او ١٨° تحت الافق ويبتدئ الفجر متى اقتربت الشمس اكثر من ذلك الى الافق لان ارتفاع البخار المتكاثف في الهواء يزيد مساءً عنهُ صباحًا . غير ان تلك الحدود ليست بثابتة لتوقف مدّة الفجر والشفق على حال الهواء ايضًا فان كان الجوّ مصفرّ اللون اي كان كثير البخار المتكاثف طالت مدّتها كما في النواحي القطبية والاّ قصرت كما في المنطقة الحارة فقد لا تزيد عن ربع ساعة هناك لنقاوة الهواء وجفافهِ

(٤١٢) مخنى الشفق . ان لون الجوّ يصفرّ من الغرب قبل الغروب قليلاً ويصير ارجوانيًا من الشرق بانعكاس الاشعة التي تخترق الهواء افقية وتلوّن ما وقعت عليهِ بلونها . وبعد الغروب يُرَى في الافق الشرقي قطعة زرقاء غامقة تحت اللون الارجواني ترتفع بانحدار الشمس حتى تبلغ سمت الراس ثم تنزل الى الافق الغربي فينتهي الشفق عند ذلك وقد لا يكون حدّها واضحًا فيُسمّى مخنى الشفق . واما القطعة فهي قسم من ظل الارض الذي يحجب جانبًا من الهواء عن اشعة الشمس فيعكس النور المختلط الذي يأتيهِ من نواحي الجوّ الاخرى

(٤١٣) الوان الفجر . متى صارت الشمس على ١٢° تحت الافق الشرقي ظهرت حواشي الافق ملوّنة بمنطقة حمراء او برتقالية تحت مخنى الشفق بسبع درجات تتسع شيئًا فشيئًا وتزدان حواشيها بلون اصفر ثم باخضر ذلك ومخنى الشفق صاعد نحو سمت الراس . ومتى صارت الشمس على درجتين تحت الافق اصفرّ الافق الشرقي وزاد وضوح اللون الاخضر وامتدّ من ٣° الى ١٨° وفي تلك الاثناء يمتدّ مخنى الشفق على ٣° من الافق الجنوبي وتتزيّن حواشيهِ بمنطقة ارجوانية عرضها ١٢° . ومتى اشرقت الشمس ظهرت على الافق الغربي منطقة وردية فوقها منطقة صفراء وحينئذٍ تمحي المنطقة الحمراء من الشرق وتظهر عوضًا عنها منطقة صفراء فوقها منطقة خضراء وتبقى الخضراء الى بعد انمحاء الصفراء عندما تصير الشمس على ٢° او ٤° فوق الافق

اما المنطقة الحمراء والمنطقة الصفراء فتحدثان من امتصاص اشعة الشمس في طبقات متفاوتة

العمق من الهواء واما المنطقة الخضراء فتحدث من اختلاط الاشعة الصفراء بالاشعة الزرقاء التي تحصل من انعكاس النور المختلط* عن دقائق الهواء فان الاخضر هو مزيج من الازرق والاصفر كما تقدّم

(٤١٤) *استخراج علو الهواء من الشفق . ذلك يستخرج من موقع منحني الشفق في وقت مفروض بعد الغروب وقد امتحنوا ذلك امتحانات شتى فكانت نتائجها مختلفة اي كان العلو الاعظم لما كانت الشمس فيها اوطأ مما في سواها غير ان خلاصة ما توصلوا اليهِ هي ان علو الهواء لا يزيد على ٣٦ ميلاً وذلك علوما يعكس النور بما يُشعَر بهِ فقد تبيَّن من ظواهر اخرى ان علوهُ اعظم من ذاك كثيرًا ولكنهُ لطيف جدًّا هناك

(٤١٥) دلائل الفجر والشفق على الطقس . لمّا كانت مدّة الفجر والشفق ولاسيما الشفق متوقفة على كمية البخار المتكاثف في الهواء كانا لا يخلوان من بعض الدلائل الصادقة على الطقس . وهاك بعض الاحكام التي يعتمد الملاَّحون عليها

اذا كان الجوّ بعد الغروب اصفر مبيضًّا من الغرب وامتدّ هذا اللون كثيرًا عليهِ يحتمل نزول المطر في ذلك الليل او في الصباح . اذا ظهرت الوان غير اعتيادية في الجوّ مع غيوم منعقدة واضحة الحروف انبأَت بمطر وربما انبأَت بريح ايضًا

اذا كانت الشمس قبل الغروب بيضاء لامعة نورها مستطير انبأَت بنوء واذا غابت والجوّ ارجواني قليلاً والجلد ازرق مضيء عند سمت الراس انبأَت بصحو

الجوّ الاحمر صباحًا دليل على طقس ممطر او ريح شديدة اذا لم ينزل مطر واما الوردي او الضارب الى الرمادي حينئذٍ فدليل طقس حسن

الفصل الثالث

في قوس قزح

(٤١٦) قوس قزح ني مجتمع خطوط مستديرة ملوَّنة بالوان الطيف الشمسي من الاحمر الى البنفسجي تظهر في السماء مقابل الشمس وتتكوَّن بانكسار نورها في نقط المطر وانعكاسهِ عنها . ويبرهن في الفلسفة الطبيعية انهُ اذا فُرِضَت ي = زاوية الوقوع لشعة من النور

و ر = زاوية انكسارها

و د = زاوية انحراف شعة

و ث = دليل الانكسار للماء

فاعظم الانحراف للانعكاس دفعة واحدة هو جي = $\sqrt{\frac{ن^٢ - ١}{٣}}$ و ج ي = ن × ج ر و د =

= ٤ ر − ٢ ي

فاذا فُرِض دليل الانكسار للاشعة الحمراء ١,٣٣٠٩ وللاشعة البنفسجية ١,٣٤٤٢ فلنا

للاشعة الحمراء ي = ٥٩° ٢٣′ و د = ٤٢° ٢٤′

وللاشعة البنفسجية ي = ٥٨° ٤٦′ و د = ٤٠° ٢٨′

واقل الانحراف للانعكاس دفعتين جي = $\sqrt{\frac{ن^٢ - ١}{٨}}$ و ج ي = ن × جر و د =

= π + ٢ ي − ٦ ر

فلنا للاشعة الحمراء ي = ٧١° ٥٥′ و د = ٥٠° ٣٠′

وللاشعة البنفسجية ي = ٧١° ٢٩′ و د = ٥٣° ٤٦′

فيكون نصف القطر الخارجي للقوس الاصلية ٤٢° ٢٤′ مع نصف قطر الشمس ويكون عرضها ١° ٥٦′ وان اضيف اليها نصف قطر الشمس اي ٣٠′ تقريباً يصير ٢° ٢٦′ وقد ظهر من معدَّل كثير من القياسات المدققة ان نصف قطر القوس الاصلية من مركزها الى وسطها ٤١° ٣٣′.

ويكون نصف القطر الخارجي للقوس الفرعية ٥٠° ٣٠′ الّا نصف قطر الشمس ويكون عرضها ٣° ٢٦′ + ٣٠′ اي ٣° ٥٦′

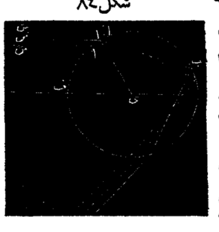
(٤١٧) شروط ظهور قوس قزح. اذا كان ارتفاع الشمس اعظم من نصف قطر القوس فلا ترى ولذلك لا ترى الاصلية في الظهر في نيوهافن مدّة ستة اشهر ونيّف من السنة ولا ترى قرب المدار الصيفي مدّة ست ساعات او اكثر عند الظهر. واذا ارتفع الناظر بقدر الاقتضاء كما اذا صعد في بلون رأى قوس قزح دائرة تامّة واذا نظر اليها عن سطح الارض والشمس في الافق رآها نصف دائرة فقط. وقد يحدث القمر قوس قزح الّا انها ضعيفة الالوان وفي الغالب بيضاء او مصفرّة

(٤١٨) الاقواس الزائدة. مذهب نيوتن في قوس قزح مقصور على الاشعة التي تنحرف الانحراف الاعظم والانحراف الاقل فقط فلا يعوَّل عليهِ لانهُ يترك باقي الاشعة التي يختلف انحرافها قليلاً عن تلك والتي بها يزداد عرض القوس الاصلية من الداخل وتتكوَّن خطوط فرعية لا يُعلَّل عنها بمذهب نيوتن. فاذا كانت القوس مضيئة تظهر خطوط ضعيفة متوالية حمراء فخضراء اما في البنفسجي من القوس الاصلية او متراكبةً عليهِ فتجعل لونهُ الى الارجواني. ويشاهد قرب البنفسجي قوس حمراء وردية واخرى خضراء مصفرّة وربما ظهرت اخرى حمراء وردية وغيرها خضراء مصفرّة وقد شوهد اثنتان من الاقواس الزائدة مراراً ليست بقليلة وثلث واربع منها في بعض الاحيان

ويُعلَّل عنها بان بعضًا يعارض بعضًا من الاشعة التي تخترق نقطة المطر في جهة مختلفة قليلاً عن جهة الانحراف الاعظم فان لكل زاوية من زوايا الانحراف التي تختلف قليلاً عن زاوية الانحراف الاعظم شعتين زاوية الوقوع لاحداها اعظم قليلاً من زاوية الوقوع لشعة الانحراف الاعظم وزاوية الوقوع للاخرى اصغر منها قليلاً ولكون طرق تلك الاشعة متخالفة قليلاً يعارض بعضها بعضًا فتحدث نورًا ثم ظلامًا على التوالي او خطوطًا لامعة وخطوطًا مظلمة كذلك. ومن تراكب ما لالوان الطيف من هذه الخطوط تظهر خطوط شبيهة بالحلقات الملوَّنة التي تظهر على الصفائح الرقيقة

(٤١٩) ايضاح ما تقدَّم بشكل. اذا انعكست الشعة س ا (شكل ٨٤) عن السطح الداخلي من النقطة ب تنحرف الانحراف الاعظم اي ٤١° ان كانت زاوية الوقوع لها ف ي ا ٥٩°. ليفرض ان شعة اخرى سَ اَ اصابت نقطة على زاوية اعظم من ٥٩° فانحرافها اقل من ٤١° وانَّ شعة اخرى سً اً اصابتها على زاوية اقل من ٥٩° وانحرافها اقل من ٤١° اي لابد من شعتين انحرافها متساوٍ (٤٠° مثلاً) فتنفذان من النقطة متوازيتين وتجعل احداها معها زاوية اعظم من ٥٩° والاخرى اقل ومسير الواحدة فيها مختلف عن مسير الاخرى. مسير احدى هاتين الشعتين داخل النقطة يختلف عن مسير الاخرى بنصف عرض موجة من امواج النور فلذلك تكون امواجها متضادَّة فتتعارض محدثةً ظلامًا. وايضًا شعتان اخريان مسير الواحدة في النقطة يختلف عن مسير الاخرى عرض موجة نور فتكون امواجها متوافقة فتحدث نورًا مضاعفا ويوجد اخريان مسيرها يختلف موجةً ونصف موجة نور فتتعارضان. فمن الاشعة ما يختلف مسيرها موجة او ٢ او ٣ او ٤ الخ فتتفقان ومنها ما يختلف $\frac{1}{2}$ موجة او $\frac{1}{2}$ ١ او $\frac{1}{2}$ ٢ او $\frac{1}{2}$ ٣ الخ فتتعارضان

شكل ٨٤



(٤٢٠) نتيجة المعارضات المتقدّمة. فلو كان نور الشمس احمر فقط لرأينا قوسًا حمراء وسوداء على التوالي قبالة الشمس في السماء حين نزول المطر او كان بنفسجيًّا فقط لرأينا قوسًا بنفسجية حمراء وسوداء كذلك قطرها اقصر من قطر الحمراء وقس على ذلك بقية الالوان وتكون اقواسها متفاوتة الاقطار بين الحمراء والبنفسجية غير انهُ لتركب نور الشمس من جميع تلك الالوان تتكوَّن الاقواس الملوَّنة كلها معًا متراكبةً فتختلط قليلاً بداعي اختلاف طول اقطارها كما مرَّ ما عدا اثنتين او ثلثًا منها تُرَى بوضوح كافٍ قرب القوس الاصلية. وبسبب انعكاس النور عن نقط المطر يكون الجوّ مضيئًا

داخل القوس الاصلية اكثر من خارجها

(٤٣١) حجم نقط المطر . كلما صغرت نقط المطر زاد عرض الاقواس الملوّنة ولذلك لا تظهر الاقواس الزائدة وراء القوس الاولى البنفسجية الّا متى كانت النقط صغيرة . وقد ظهر بالحساب انهُ اذا كان قطرها $\frac{1}{77}$ من القيراط تكون قوس ثانية حمراء على ٢° من الاحمر الخارجي في القوس الاصلية وبالقرب منها تظهر القوس الاولى الزائدة

اذا حسبنا عرض الفسحة التي بين الاوّل والثاني واحدًا فعرض الفسحات الأُخَر للّون نفسهِ هي كما يأتي الفسحة الثانية ٠,٥٨٧ الفسحة الثالثة ٠,٤٩٣

" الرابعة ٠,٤٤٠ " الخامسة ٠,٤٠٤

وقد تشاهد الاقواس الزائدة الى خارج القوس الاصلية

(٤٣٢) ايضاح قوس الضباب . اذا كان قطر النقط اقل من $\frac{1}{71}$ كان عرض القوس الاصلية اكثر من ٢° لتوقّف عرضها على حجم النقط وكلما زاد عرضها امتدَّت الوانها على سطح اوسع فيقلُّ ضياؤُها ووضوحها حتى اذا كان قطر النقط $\frac{1}{12}$ من القيراط وهو معدَّل قطر دقائق الضباب قلَّ ضياء القوس جدًّا وصار عرضها ٤° او ٥° ولون خارجها ورديًّا خفيفًا وهذه هي القوس التي تظهر عندما تشرق الشمس على ضبابة كثيفة . فعلى مذهب تموُّج النور يُعلَّل عن الاقواس الزائدة وعن تغير عرض القوس الاصلية

الفصل الرابع

في الاكليل ويُسمَّى النُّدْأَة ايضًا

(٤٣٣) اذا احتجبت الشمس او القمر بغيوم ريشيَّة وهي غيوم رقيقة بيضاء متقطّعة فكثيرًا ما تظهر حولها دائرة ملوَّنة او اكثر تُسمَّى الاكليل والندأة ايضًا وهي ترى بالاكثر حول القمر لضعف نورهِ واما الشمس فلشدَّة نورها تبهر البصر فلا تُرَى الالوان الضعيفة حولها واذا أُرِيد فحص اكليل حولها فالاحسن ان تُنظَر صورتهُ منعكسةً عن مرآة مسودة فانها تقلّل لمعان الشمس كثيرًا

(٤٣٤) ترتيب الوان الاكليل . اذا كان الاكليل كاملًا ظهرت لهُ عدَّة حلقات ملوَّنة متراكزة اقربها الى الشمس زرقاء والثانية بيضاء تقريبًا والثالثة حمراء وهي الصفُّ الاوّل من

الحلقات ثم الصف الثاني ارجوانية وزرقاء وخضراء وصفراء (بلون المريض) وحمراء مرتبة فيه حسب ذكرها هنا ثم الثالث زرقاء مصفرّة وحمراء مصفرّة . ترى بعضًا منها (شكل ٨٨) اما قطر هذه الحلقات فيختلف قطر الحمراء الاولى من ٢° الى ٦° والحمراء الثانية من ٥° الى ١٠°

(٤٣٥) اصل الاكليل . اصله من تكسّر اشعة النور وهي مارة من خلايا صغيرة بين دقائق البخار المتكاثفة في سحابة فاذا نظرنا القمر من ثقب صغير جدًّا كثقب دبوس في صفيحة من رصاص رأينا حول الثقب حلقات ملوّنة بالوان الاكليل وهكذا يتكسّر نور القمر في الخلايا الصغيرة بين دقائق السحاب ويُشترط فيه ان لا تكون الدقائق كثيرة محشوكة والاّ فلا تقدر الاشعة ان تمر بينها فكلما تقاربت الدقائق عظم قطر الحلقات

(٤٣٦) اصطناع الاكليل . اذا رششتَ على لوح من زجاج قليلاً من الليكوبوديوم او من مسحوق آخر في غاية الدقة وكانت دقائقهُ متساوية تقريبًا ونظرت القمر من وراء اللوح رأيته محلّقًا بالوان الطيف كما تراهُ من خلال الغيوم . واذا تنفّست على لوح من زجاج في عشية يوم بارد من الشتاء تكاثف النفس وصار كرات صغيرة جامدة فان نظرت القمر او ضوءًا آخر من ورائه رأيت حولهُ صفًّا من الحلقات شبيهًا بما يظهر على الغيوم وتكون دواخلها ارجوانية

(٤٣٧) النور الذي يحيط بظل الناظر . اذا وقع ظل الناظر على عشب قد اصابهُ الندى وكانت الشمس قرب الافق فكثيرًا ما يُحاط راس الظل بنور واذا وقع على سحابة او ضبابة أُحيط بهالة ملوّنة بالوان الطيف كلها مرتبةً كما في الاكليل وقد شوهد اربعة وخمسة صفوف من الحلقات حولهُ . اما ظهور النور فلان اشد ما ينعكس من نور الشمس الى العين ينعكس عن الدقائق القريبة الى ظل الراس في سحابة او ضبابة لانها تعكس الاشعة عن وجهها المقدّم ووجهها المؤخّر واما ظهور اللون فلان النور المنعكس يتكسّر كما يتكسّر في الاكليل

الفصل الخامس

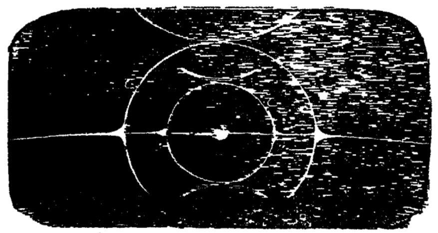
في الهالة والشمس الكاذبة

(٤٣٨) الهالة دارة ملوّنة بالوان الطيف تحيط بالشمس او بالقمر قطرها اعظم من قطر الاكليل واشكالها اكثر من اشكاله وهذه اشهر اشكالها

(الهالة دارة القمر واما دارة الشمس فتُسمَّى الإياة او الطُّفاوَة)

هالة نصف قطرها ٢٢° . اذا اطبق غمام ابيض مكمد فكثيرًا ما تحاط الشمس او القمر بحلقة ملوَّنة ح (شكل ٨٥) نصف قطرها ٢٢° والشمس مركزها وحافتها الداخلية واضحة والخارجية زرقاء مصفرَّة غير واضحة وداخلها اقل نورًا كثيرًا من خارجها الى بعد درجات عنها ولا تظهر اذا كان الجوّ كله صافيًا . ونورها مستقطب دائمًا في جهة مماس محيطها وذلك يدل على ان نورها منكسر لا منعكس

شكل ٨٥



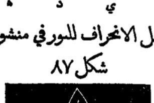
(٤٣٩) راي العلماء في هذه الهالة . تحدث هذه الهالة من انكسار نور الشمس او القمر في بلورات جليدية سابحة في الجوّ (فان الثلج مركَّب من بلورات جليد) متعدّدة الاشكال وابسطها المنشور المستقيم الذي قطعة شكل قياسي ذو خمسة اضلاع ينتهي بقاعدتين عموديتين على حروف المنشور وسطوحهُ المتوالية مائلة بعضها على بعض على زاوية ٦٠° بحيث يحسب المنشور ذو الخمسة الاضلاع ا ب س د ي ف (شكل ٨٦) منشورًا ذا ثلاثة اضلاع ج ه ك له زوايا ٦٠°

شكل ٨٦

ه د ي ك

اذا مرَّت شعة نور في منشور انحرفت نحو قاعدته دائمًا واذا كان على وضع معيَّن كان انحرافها على اقلهِ وهاك طريقة حساب اقل الانحراف للنور في منشور من جليد

شكل ٨٧



لنعرض ي زاوية الوقوع لشعة من النور ور زاوية انكسارها وم دليل الانكسار و ا (شكل ٨٧) زاوية التكسير في المنشور فجيب ي = م × ج ر ومتى كان الانحراف على اقلهِ تكون ر = ٣٠ وقيمة م للنور الاحمر هي ١,٣٠٧ اذًا ي = ٤٠° ٤٨ ½′ وانحراف الشعة هو ٢ ي — ١



وهي ٢١° ٤٧′ وهكذا يُعرَف ان اقل الانحراف للشعة البنفسجية التي فيها تساوي م ١،٣١٧ هو ٢٢° ٢٢′

(٤٣٠) كيفية ظهور دائرة من نور . اذا فرضنا ان قلم نور دخل الى غرفة مظلمة من منفذ صغير ووقع على مناشير جليدية كثيرة لها زوايا ٦٠° موضوعة كلّ وضع فكل اشعة ذلك القلم تنحرف عن جهتها الاولى ولا يكون انحرافها اقل من ٢٢° مطلقًا ومتى وقعت على الحائط المقابل لها تحدث عليهِ طيوفًا كثيرة الاَّ على ما واجه المنفذ منهُ فانهُ يخلو من الطيوف ويبقى على شكل دائرة قطرها ٢٢° وجميع الاطراف الحمراء من الطيوف متجهة الى مركزها واذا كان عدد الطيوف كافيًا فحافتها الداخلية حمراء وما وراءها ابيض تقريبًا من تراكب بقية الالوان

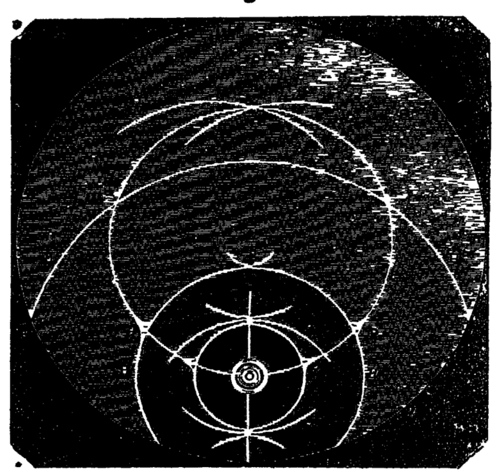
واعلم ان الهالة لا تظهر حول الشمس ما لم يكن الهواء ملآنًا بلورات جليدية دقيقة منشورية الشكل موضوعة كلّ وضع بالنسبة الى الشمس فالهالة التي نصف قطرها ٢٢° تتكوّن من شروق الشمس من خلال هذه البلورات فلو كان نور الشمس احمر فقط لكنا نرى حينئذٍ سطحًا نيّرًا لهُ فوهة مستديرة في وسطهِ نصف قطرها ½ ٢١ وحافتها الداخلية نيّرة ولو كان بنفسجيًّا فقط لرأينا سطحًا بنفسجيًا كذلك نصف قطر فوهتهِ ½ ٢٢° ولو كان واحدًا من بقية الالوان لرأينا فوهةً نصف قطرها متوسط بين نصف قطر الفوهتين المذكورتين حسب توسط لونها بين لونيهما ولما كان نور الشمس يحوي تلك الالوان جميعها فجميع فوهاتها تتكوّن معًا فتتراكب وتختلط الاَّ الاحمر فانهُ بوقوعهِ الى الداخل يبقى منفردًا فيظهر وحدهُ وتظهر البقية حولهُ بيضاء اللون تقريبًا وهذا هو سبب ظهور داخل الهالة احمر وخارجها ابيض تقريبًا

وليس لهذه الهالة وقت معيَّن انها تتكوّن في اواسط الصيف اذا تحوّل بخار الماء المتكاثف الى جليد على ارتفاع معتدل . اما سبب زيادة النور خارجها عنهُ داخلها فهو عدم وصول الاشعة المنعكسة عن مناشير الجليد الى العين من كل جهة من جهاتها . وقد ظهر من معدَّل ٨٢ قياسًا قيس بها نصف قطر الحافة الحمراء من هذه الهالة انهُ ٢١° ٣٦′ وذلك قريب مما قد استخرج بالحساب

(٤٣١) هالة نصف قطرها ٤٦° . هي دائرة ثانية ملوَّنة ج (شكل ٨٥) تُرَى احيانًا حول الشمس نصف قطرها ٤٦° وحافتها الداخلية حمراء واضحة والخارجية زرقاء مصفرَّة غير واضحة . وتتكوّن من انكسار اشعة الشمس في مناشير ذات زوايا ٩٠° تجعلها اضلاع المنشور ذي الستة الاضلاع مع قاعدتهِ . وقد وجد بالحساب ان اقل الانحراف لشعة نور حمراء في منشور لهُ زاوية مكسّرة كهذه هو ٤٥° ٦′ وان اقل الانحراف لشعة زرقاء فيهِ ٤٦° ٥٠′ وقد ظهر من معدَّل الرصود ان نصف قطر انور قسم في الهالة هو ٤٥° ٤٦′ وقلما تبلغ الرصود من الدقة ما قد بلغتهُ هذه

(٤٣٢) اصطناع الهالة . تُصطنع الهالة بان يبلور ملح كالشب على لوح من زجاج برش نقط مذوّب ذلك الملح الى الاشباع على اللوح فتتولّد بلورات كثيرة عليهِ ثم اذا نُظِر الى الشمس او نور آخر من وراء اللوح ووُضِعَت العين على السطح الاملس منهُ يُرَى القنديل محاطًا بثلاث هالات مختلفة الاقطار وذلك لان لكل بلورة من باورات الشب ثمانية اضلاع مستقيمة ذات ست زوايا مقتطعة بحيث تصير البلورة مكعّبة الشكل فتكون سطوحها مائلة بعضها على بعض على زوايا ٧٠° و ٩٠° و ١١٠° وموضوعة كلّ وضعٍ بالنسبة الى لوح الزجاج . فتتكوّن الهالة الصغرى من تكسُّر النور في سطحين ميل احدهما على الآخر ٧٠° والوسطى في سطحين ميلها ٩٠° والكبرى في سطحين ميلها ١١٠°

شكل ٨٨



(٤٣٣) هالة نصف قطرها ٩٠° . هي هالة تظهر حول الشمس نصف قطرها ٩٠° H َ (شكل ٨٨) وتختلف عن سابقتيها بعدم ظهور الوان الطيف فيها ولم يُذكَر الّا ثلاث منها نصف قطر اثنتين منها ٩٠° ونصف قطر الثالثة بين ٨٥° و ٩٠° فلا يُعرَف قطر هذه الهالة تمامًا الى الآن وقد علّلوا عنها باشعة تدخل الضلع ا ب من المنشور المثلث الثلجي (شكل ٨٩) وتقع على الضلع

ب س بحيث تنعكس عنهُ كليًا وتنفذ من ا س . وتتعيّن زاوية الانعكاس الكلي بهذه المعادلة ج ر = $\frac{1}{\text{م}}$ و م = ١٫٣١٧ للاشعة البنفسجية في الجليد فيكون ر = ٤٩° ٣٤ʹ او ب ف ي = ٤٠° ٢٦ʹ فاذًا ف ي ل = ١٠° ٢٦°

وايضًا ك ي د = م ج ف ي ل = ١٤° ١ʹ وميل د ي على ج ح = ١٢٠° – ٢ ك ي د = ٩١° ٥٨ʹ

شكل ٨٩



ومتى حدث هذا الانعكاس عن مناشير كثيرة جدًّا كوَّن سطحًا منيرًا فيهِ فوهة مستديرة نصف قطرها ٩٢° لون حافتها التي الى الشمس بنفسجي . غير انهُ على ما علم بالرصد يكون نصف قطر هذه الهالة اصغر مما تعيّن بالحساب ذلك فضلاً عن اعتراضات أُخَر قوية على التعليل السابق والصحيح انهُ لم يقدَّم تعليل مقبول عنها ولا يعتمد على الرصود المذكورة لتوجيه رأي من الآراء في هذا الشان

(٤٣٤) دائرة الشمس الكاذبة . اذا تحلّقت الشمس فكثيرًا ما تظهر دائرة بيضاء مارة بها على موازاة الافق (شكل ٨٨) تُسمَّى دائرة الشمس الكاذبة وهي تتكوّن من انعكاس نور الشمس عن مناشير جليد او بلورات ثلج سطوحها عمودية وذلك انهُ لما يسكن الهواء تنزل كسف الثلج منهُ الى الارض رويدًا رويدًا بحيث تصادف اقل المقاومة من الهواء ويكون ذلك في اكثر اشكال الثلج بان تبقى سطوح بلوراتها العظمى عموديةً على الافق فيصل نور الشمس الى العين منعكسًا عن الكسف الواقعة في دائرة افقية مارّةً بالشمس . وليس لهذه الدائرة شيءٌ من الوان الطيف خلافًا الهالات

(٤٣٥) الشمس الكاذبة . ان نور نقطة تقاطع هالةٍ ودائرة الشمس الكاذبة مضاعف الاصل فيظهر ساطعًا كالشمس احيانًا ولذلك سمّوهُ الشمس الكاذبة وهو احمر اللون الى جهة الشمس وقد يمتدُّ على شكل ذنب طولهُ عدَّة درجات في جهة موافقة لجهة دائرة الشمس الكاذبة

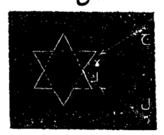
الشمس الكاذبة للهالة التي نصف قطرها ٢٢° . عدد الشموس الكاذبة مختلف جدًّا والمعتاد ان يُرَى منها شمس واحدة فقط قرب نقطة تقاطع دائرة الشمس الكاذبة والهالة التي نصف قطرها ٢٢° p̄ p̄ (شكل ٨٨) بعدها عن الشمس يزيد بارتفاع الشمس فوق الافق فانهُ اذا كان الهواء ساكنًا فالمناشير التي تنزل منهُ الى الارض رويدًا تصير عمودية الوضع فاذا كانت الشمس قرب الافق كان اعظم نور الهالة المذكورة عند طرفي قطرها الافقي واذ ترتفع الشمس تخترق اشعتها المناشير في جهة موروبة على محاورها فيزيد اقل الانحراف لها فتبعد الشمس الكاذبة عن محيط الهالة . فمتى صارت الشمس على ٣٠° من الارتفاع يزيد انحراف الاشعة $\frac{1}{5}$ ١° وعلى ٤٠° اكثر من ٥° وعلى ٥٠°

تصير زاوية وقوع الاشعة على المناشير موروبة بحيث تختفي الشمس الكاذبة

الشمس الكاذبة للهالة التي نصف قطرها ٤٦° . قد نشاهد الشمس الكاذبة عند P P (شكل ٨٨) نقطتي تقاطع دائرة الشمس الكاذبة والهالة التي نصف قطرها ٤٦° . ولم نشاهد بعيدة كثيرًا عن محيط هذه الهالة الّا انها لا توافقها تمامًا فان عرض الهالة ١½° وعرضها اعظم من ذلك. ولا تتكوّن هذه الهالة من مناشير جليد ذات زوايا ٩٠° واجناب عمودية فانهٔ ان كانت قاعدة منشور ذي ستة اضلاع عمودية فلا يكون ثابتًا علاوةً على انهٔ يلزم منهٔ ان تبتعد الشمس الكاذبة بسرعة عن الهالة التي نصف قطرها ٤٦° عند طلوع الشمس وذلك يخالف ما يظهر بالرصد

ومن المحتمل انها تتكوّن من الاشعة التي تنحرف الانحراف الاقل الى جهة واحدة في منشورين عمود يين مسدَّسَي الاضلاع فان انحراف الاشعة الكلي بهما مضاعف انحرافها بمنشور واحد . ولا يلزم من هذا الفرض ان تتفق الشمس الكاذبة والهالة المشار اليها اتفاقًا تامًّا الّا ان الفرق في ما دون ٢٠° من الارتفاع طفيف جدًّا فيمكن ان لا يُشعَر بهِ في الرصد . وكل ذلك غير مثبت والرصود لا تكفي لاظهار صحتهِ او فسادهِ

شكل ٩٠



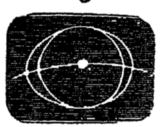
الشمس الكاذبة للهالة التي نصف قطرها ١٢٠° . قد يُرَى شمسان أُخرَيان على دائرة الشمس الكاذبة وعلى بعد نحو ١٢٠° عن الشمس وهما تتكوّنان من انعكاس اشعة الشمس مرّتين عن السطوح العمودية من بلورات الثلج التي تراها (شكل ٩٠) وذلك انهٔ بعدما تنعكس الشعاعة ج ه مرّتين في ه و ك تسير في جهة ك ل منحرفة انحرافًا كليًّا ١٢٠° . والصورة التي تتكوّن من ذلك الانعكاس بيضاء بقدر قرص الشمس حجمًا . وقد شوهد من الشموس الكاذبة على بعد ٥٠° و٩٨° عن الشمس وهذه تحصل من انعكاس اشعة الشمس عن سطوح بلورات من الثلج مركّبة الشكل جدًّا . وقد تظهر الشمس الكاذبة على دائرة الشمس الكاذبة عند A (شكل ٨٨) قبالة الشمس تمامًا فتسمّى الشمس المقابلة وقد يظهر قمر كاذب للقمر كالشمس الكاذبة للشمس

(٤٣٦) الاقواس الماسّة . هي اقواس من دوائر ملوّنة متغيّرة التحدب تمس هالة ٢٢° و٤٦° في اعلى واوطإ نقطها a و b (شكل ٨٨) وتتكوّن من انكسار نور الشمس في مناشير جليد محاور بعضها عمودية على اشعة الشمس ومحاور البعض الآخر مائلة عليها على زوايا مختلفة وكلها عمودية الوضع فاذا انكسر نور الشمس في المناشير التي محاورها افقية وعمودية على اشعة الشمس رسم صورةً فوق الشمس او تحتها تمامًا واما اذا انكسر في المناشير التي محاورها مائلة عليها فينحرف اكثر ويميل عن السطح العمودي فانك اذا نظرت عموديًّا الى عصا طويلة مستقيمة من منشور محورهُ موازٍ لها رأيتها منحنية بسبب ان

الاشعة المورّبة على محور المنشور تحرف الانحراف الاعظم

(٤٣٧) اشكال الاقواس الماسّة . شكلها يتبع ارتفاع الشمس عن الافق فمتى كانت الشمس قرب الافق ترى قلمين من النور طالعين كانهما قرنان من النقطة التي فوق الشمس تمامًا في الهالة التي نصف قطرها ٢٢° ثم ينفرجان احدهما عن الآخر كلما ارتفعت الشمس حتى متى صارت الشمس على ارتفاع ١٢° يصيران مثل قوس تقريبًا محدبها نحو الشمس ومتى صارت على ارتفاع ٣٠° يصير مقعّرها الى الشمس ويتدليان الى الاسفل حتى يكتنفا بعض الهالة غير انهُ اذ تكون الشمس على ٣٥° من الارتفاع تظهر قوس ماسّة احيانًا في نقطة من الهالة تحت الشمس تمامًا وتكون اولاً على شكل قوس محدبها الى الشمس ثم ينقص تحدبها بارتفاع الشمس حتى ينذار مقعّرها اليها متى بلغت اي الشمس ٣٢° من الارتفاع

شكل ٩١



ومتى صارت الشمس على ٤٥° من الارتفاع يصير انحناء القوس الماسة السفلى مثل انحناء العليا تقريبًا فتكوّنان معًا حول الهالة التي نصف قطرها ٢٢° شكلاً هليجيًا (شكل ٩١) طول محوره الافقي اي الاطول نحو ٦٤° اذا كان على غاية العظم ثم يقصر بارتفاع الشمس فمتى صارت على ٦٠° من الارتفاع يصير طولهُ ٥٠° ومتى صارت على ٧٠° لا يختلف عن قطر الهالة الاَّ قليلاً فينطبق عليها تقريبًا . وكل هذه الاقواس تحدث من انكسار نور الشمس في مناشير جليد محاورها افقية كما يتضح عملاً بانفاذ نور الشمس من منشور ماء مثلَّث موضوع على الوضع المناسب لدخول نور الشمس فيهِ

(٤٣٨) القوسان الماسّتان للهالة التي نصف قطرها ٤٦° . هما قوسان تظهر احداهما والشمس على ١٢° من الارتفاع مضيئةً مثل قوس قزح مقلوبة ماسةً الهالة التي نصف قطرها ٤٦° في اعلى نقطة منها b (شكل ٨٨) وتزداد تحدُّبًا بارتفاع الشمس وتختفي متى صارت الشمس على ٣١° من الارتفاع

وتظهر الثانية والشمس على ٦٠° من الارتفاع وتكون ملوّنة وماسّة للهالة التي نصف قطرها ٤٦° في اوطإ نقطة منها ونورها ضعيف ومقعرها الى الشمس فبينها وبين هالتها مشابهة كلية وكثيرًا ما تلتبس احداهما بالاخرى وتزداد المشابهة بزيادة ارتفاع الشمس وهي تختفي حين بلوغ الشمس ٧٨° من الارتفاع

والقوسان تتكوّنان من انكسار نور الشمس في مناشير جليد ذات زوايا ٩٠° اجنابها في سطح افقي وذلك متى كان محور المنشور المسدَّس الاضلاع عموديًا فلا تقدر اشعة الشمس ان تنفذ من زوايا

مكسّرة كبيرة كهذه الّا متى صارت الشمس على ارتفاع مخصوص ولذلك لا ترى القوس الماسّة العليا ما لم يكن ارتفاع الشمس بين ٩٣ و١٣° ولا السفلى ما لم تكن الشمس على متم ذلك الارتفاع اي من ٥٩° الى ٧٨°

(٤٣٩) القوسان المتقاطعتان قبالة الشمس. هما قوسان من دائرتين لونهما ابيض تقريبًا A (شكل ٨٨) تقطعان دائرة الشمس الكاذبة على ميل ٦٠° في نقطة مقابل الشمس ولعلّ اصلهما من انعكاس النور عن سطوح موروبة على الافق او عن ابر كسف الثلج مثل التي في (شكل ٩٣) شكلاً ووضعًا او عن صفائح ثلج ذات ست زوايا قواعدها مدرّجة من تراكب صفائح اخرى ذات ستة اضلاع كما ترى (شكل ٩٣) فانهُ قد شوهد مثلها مرارًا

شكل ٩٣ شكل ٩٣

(٤٤٠) الاعمدة القائمة المارّة بالشمس . هي اعمدة نيّرة عمودية على الافق يُرَى واحد منها قرب الغروب صاعدًا في السماء الى علو ١٠° او ١٥° او اعلى من ذلك وهو يتكوّن من انعكاس نور الشمس عن السطوح السفلى من بلورات الجليد الافقية تقريبًا . ويُرَى آخر شبيه بهِ قبل الغروب قليلاً نازلاً من الشمس طالبًا الافق وهو يتكوّن من انعكاس اشعة الشمس عن السطوح العليا من البلورات الافقية تقريبًا . وقد يظهر جملة من هذه الاعمدة معًا بعضها فوق الشمس وبعضها تحتها فان ظهرت حينئذٍ الهالة التي نصف قطرها ٢٢° جعلت الاعمدة مع حلقة الشمس الكاذبة صليبًا داخلها ذا اضلاع مستقيمة (شكل ٩٤) والمظنون ان هذه الاعمدة لا تتكوّن الّا اذا كان الهواء ساكنًا جدًّا وكانت السطوح العاكسة اطرافًا مستقيمة الاضلاع لابر الجليد التي تنزل الى الارض رويدًا عمودية المحور تقريبًا كما تقدّم

شكل ٩٤



ولا يخفى على من يتذكّر كثرة اشكال كسف الثلج ان الاشكال التي يرسمها النور في انكسارهِ فيها او انعكاسهِ عنها كثيرة ايضًا. اما اشكال كسف الثلج فقد مرّ رسم بعضها (شكل ٥٣) واما الاشكال التي يحدثها النور بسببها فقد شوهد منها كثير غير ما ذُكِر الّا انهُ لعدم استيفاء وصفها لا نقدر على ايضاح اصلها ولذلك قد عدلنا عنها

الباب التاسع

في الشهب والنيازك المتفرقعة والرُّجُم

الفصل الاوَّل

في الشهب او النيازك

(٤٤١) الشهاب . ويُسمَّى الكوكب المنقضّ ايضًا هو ما تراهُ ليلاً طائرًا بسرعة في الجوّ ثم يختفي كانهُ كوكب قد انقض من موضعهِ الى جهة قاصية من السماء وهو يُرَى في الليالي الصافية وقد يتعذَّر عد الشهب لكثرتها كما سترى

(٤٤٢) عدد الشهب التي تُرَى في ساعة . عددها لايجري على معدَّل واحد في كل ساعة من الليل والغالب انهُ يزيد من الشفق الى الفجر فيبلغ اعظمهُ نحو الساعة السادسة صباحًا كما يظهر اذا لم يمنع نور النهار ذلك . وقد وضعنا في القائمة الآتية معدَّل ما يراهُ الراصد منها في كل ساعة من الليل اذا كان الجوّ صافيًا والقمر غائبًا

من	الى		العدد	من	الى		العدد
من ٦	الى ٧	مساءً	٣٫٨	من ١٢	الى ١	صباحًا	٧٫٢
" ٧	" ٨	"	٣٫٨	" ١	" ٢	"	٧٫٨
" ٨	" ٩	"	٤٫٠	" ٢	" ٣	"	٨٫٧
" ٩	" ١٠	"	٤٫٧	" ٣	" ٤	"	١٠٫٣
" ١٠	" ١١	"	٥٫٣	" ٤	" ٥	"	١١٫٢
" ١١	نصف الليل		٦٫٠	" ٥	" ٦	"	١١٫٢

وقد ظهر بالرصد ان الشهب التي ترى من مكان هي ستة اضعاف ما يستطيع راصد واحد ان يراها في ذلك المكان فعدد ما ينقض منها كل ساعة في كرة الارض كلها هو قدر هائل لا يقل عن ٤٢ في الساعة او ١٠٠٠ في اليوم

على فرض عدم ممانعة القمرين او الغيوم

(٤٤٣) عدد الشهب التي ترى في اشهر مختلفة . وهذا مختلف ايضاً كما يظهر من الجدول الآتي وهو معدَّل ما يراهُ راصد واحد في الساعة لكل شهر اذا رصد بقرب نصف الليل وكان الليل صافياً والقمر غائباً

كانون الثاني	٥ ١	ايار	٠ ٤	ايلول	٤ ٧
شباط	٠ ٥	حزيران	٩ ٤	تشرين الاوَّل	٧ ٧
اذار	٨ ٤	تموز	٠ ١٠	تشرين الثاني	٤ ٧
نيسان	٦ ٤	آب	٨ ١٢	كانون الاوَّل	٤ ٥

فترى ان الشهب التي تنظر من تموز الى كانون الاوَّل هي اكثر ممَّا ينظر في بقية الاشهر واكثر الجميع واعجبهُ ما يُرى في آب

(٤٤٤) ارتفاع الشهب . اذا وقف راصدان على بعد مناسب احدهما عن الآخر واخذا سموت شهاب وارتفاعهُ الظاهر في بداءة انقضاضهِ ونهايتهِ فلنا ما يلزم لحساب ارتفاعهِ عن سطح الارض في البداءة والنهاية واوَّل ما أُجرِي ذالك في جرمانيا ١٧٩٨ وكان الراصدان بنزبرج وبراندس ثم تعدَّد اجراؤهُ في اماكن متعدّدة من اوربا والولايات المتحدة فعرفوا منهُ انهُ اذا كان طول القاعدة ثلثة او اربعة اميال يرى الراصدان الشهاب في جهة واحدة اي ان ارتفاعهُ اعظم من طول قاعدتهِ كثيراً واذا كان طول القاعدة ٣٠ او ٤٠ ميلاً فمعدَّل زاوية اختلافهِ ١٥° فيجب ألاَّ يكون طول القاعدة اقل من ٤٠ او ٥٠ ميلاً واذا كان ٧٥ ميلاً او ١٠٠ ميل فليس بكثير وان يكون اقصر من ١٥٠ ميلاً والاَّ فالشهب التي يراها الراصد الواحد هي غير التي يراها الآخر

وقد حسب ارتفاع ٥٠٠ شهاب ونيِّف فظهر منهُ ان الشهب تظهر بين ٤٠ و ١٢٠ ميلاً ارتفاعاً وربما ظهرت على ارتفاع ١٥٠ ميلاً فمعدَّل ارتفاع ظهورها ٧٤ ميلاً اعتيادياً وانها تختفي بين ٣٠ و ٨٠ ميلاً من الارتفاع وربما اختفت على ارتفاع ١٠٠ ميل فمعدَّل ارتفاع اختفائها ٥٢ ميلاً اعتيادياً

(٤٤٥) طول طرقها الظاهرة وسرعتها فيها . اما طول طرقها الظاهرة فمن ١٠ اميال الى ١٠٠ ميل وقد يكون ٣٠٠ او ٤٠٠ ميل ومعدَّلهُ ٣٨ ميلاً ووقت مرورها فيها بين ما هو اقل من ثانية الى خمس ثوانٍ وقد يكون ١٠ ثوانٍ وذلك نادر ومعدَّلهُ ½ ١ ثانية للشهب اللامعة اكثر من نجوم القدر الاوَّل . واما سرعتها بالنسبة الى سطح الارض فمن ١٠ اميال الى ٤٥ ميلاً في الثانية ومعدَّل سرعة اللامعة منها اعظم من معدَّل القليلة اللمعان بنحو ٣٠ ميلاً في الثانية

(٤٤٦) جهة حركاتها . تتجه الشهب في الظاهر الى كل ناحية من السماء وطرقها بوجه الاجمال

منحدرة الى الاسفل على ان بعضها قد يذهب صُعُدًا . وهي تنقض بالاكثر بعد نصف الليل من الجهة المتجهة الارض اليها في حركتها السنوية

(٤٤٧) اقدارها . اقدارها متفاوتة جدًّا فقد حُسِب قطر بعضها ١٠٠ او ٣٠٠ قدم وقطر بعضها من ١٠٠٠ الى ٥٠٠٠ او ٦٠٠٠ قدم وذلك قطر الشعلة التي تحيط بالشهاب واما قطر الشهاب قبل ما يشتعل فلا يزيد عن بعض الاقدام وربما لم يَزِد عن كسرٍ من القدم ولا يخفى ان حجمها يكبر كثيرًا في الظاهر بالاشعاع

(٤٤٨) ذيلها المنظور . ان من الشهب ما يظهر في غاية البهاء لامعًا كالبدر تقريبًا ويترك بعدهُ ذيلاً منيرًا باهرًا يبقى عدَّة ثوانٍ او دقائق لونهُ ابيض محمرٌ في الغالب وقد يكون اخضر او مزيجًا من الاخضر والازرق والارجواني . وقد تتركهُ الشهب الضعيفة جدًّا بعدها . واعلم ان طريق الشهب منحنٍ بالاجمال غير ان منها ما طريقهُ قسمان احدهما يقاطع الآخر على زاوية عظيمة وقد يتكسَّر الشهاب في نهاية طريقهِ فيترك بعدهُ شيئًا كالدخان يبقى نحو ١٠ دقائق

(٤٤٩) صوتها . قد توهَّم بعض الرَّصَد انهم سمعوا صوتًا كالدندنة للشهب اللامعة وهي منقضة وذلك ليس بصحيح لانهُ ان حسب طريق الشهب التي يزعم انها تصوّتهُ يظهر ان بعدها عن الراصد لم يكن اقل من ٣٠ او ٥٠ ميلاً وربما كان بعد بعضها ١٠٠ ميل والصوت يجري ١١٢٠ قدمًا في الثانية او ٥٠ ميلاً في ٤ دقائق تقريبًا فلو كانت الشهب تصوت وهي منقضةٌ لما سُمع صوتها الاَّ بعد اختفائها بدقيقتين او ٥ دقائق او ١٠ دقائق حسب بعدها

(٤٥٠) سبب نورها . سببهُ ارتفاع حرارتها بمقاومة الهواء لها في نزولها والبعض ينكرون ذلك زعمًا ان الهواء لطيف جدًّا على ارتفاع الشهب الاعتيادي فلا يقاومها بما يكفي لاحداث نورها وانكارهم هنا مفنَّد فان الفلاسفة قد توصلوا الى حساب الحرارة التي تتولَّد من ايقاف شهاب في الهواء عن انقضاضهِ فقالوا ان جانبًا من القوة التي يتحرَّك بها يُصرَف في تحريك الهواء والجانب الآخر في احماء الشهاب والقوة نفسها مع الحرارة الناتجة عنها مناسبة لمادَّة الشهاب ولمربَّع سرعتهِ فان كانت سرعتهُ ٣٠ ميلاً في الثانية وثقلهُ النوعي ١٢ ْ٠ ثم أُوقف وتحوّلت قوة تحريكهِ الى حرارة فانها ترفع حرارتهُ اكثر من ٤ ملايين درجة ف لا بل لو صُرِف الجانب الاعظم منها في تحريك الهواء لكان الباقي يولّد نورًا لامعًا ويذيب الشهاب او يفتّتهُ

(٤٥١) عددها اليومي على الارض كلها . معدَّل بعد الشهب عن الراصد نحو ١٠٥ اميال ومعدَّل ارتفاع النقط المتوسطة من طرقها عن الارض ٦٣ ميلاً فمعدَّل بعد طرقها الافقي نحو ٩٠ ميلاً . ومن الامور القريبة الى العقل ان الشهب التي تسقط داخل دائرة نصف قطرها ٩٠ ميلاً

لا تنقص عمّا يُرَى منها من مكان واحد والواقع انها اكثر منها بربع على ما ظهر من حسابات المدققين. اما مساحة الدائرة المشار اليها فهي ٢٥٤٤٧ ميلاً ومساحة سطح الارض ١٩٦٦٦٣٠٠٠ ميلاً مربعًا اي ٧٧٢٨ مرّة مساحة الدائرة فعدد الشهب التي تُرَى من كل الارض اكثر من التي تُرَى من مكان واحد بثمانية آلاف مرّة ونيّف. ومعدّل ما يُرَى بالنظر المجرد من مكان واحد في يوم واحد هو ١٠٠٠ بالتقدير (ع ٤٤٣) فمعدّل الشهب التي ترَى بالنظر المجرَّد عن الارض كلها في يوم واحد هو ١٠٠٠ X ٨٠٠٠ اي اكثر من ٨ ملايين اذا لم تمنع الشمس او القمر او الغيوم رؤيتها

(٤٥٣) عدد الشهب التلسكوبية. يظهر من رصود باب ووِنَكِي ان الشهب التي تُرَى بنظارة ذوات الاذناب التي استعملها وِنَكِي هي ٤٠ ضعف ما يُرَى بالنظر المجرَّد وان زيدت القوة فالشهب تزيد ايضًا فينتج من ذلك ان مصدر الشهب غزير جدًّا والاّ لفرغ منذ زمان طويل

واعلم ان مادَّة الشهب قليلة جدًّا وابعادها بعضها عن بعض عظيمة جدًّا بدليل انها لا تُؤَثِّر في السيارات تأثيرًا يعبأُ بهِ وقد حُسِب ان البعد بين شهاب وآخر من الشهب التي تظهر للنظر المجرَّد هو نحو ٣٠٠ ميل

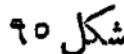
(٤٥٣) افلاك الشهب. اذا عُرِفَت سرعة شهاب وجهة طريقهِ بالنسبة الى الارض وعُرِفَت جهة حركة الارض وسرعة دورانها حول الشمس يحسب منهُ اتجاه الشهاب في حركتهِ وسرعتهُ بالنسبة الى الشمس وقد ظهر من مثل هذه الحسابات لبعض النيازك انها كانت دائرة حول الشمس في اهليجيات عظيمة المباينة قبل اقترابها الى الارض وان سرعة بعضها كانت عظيمة جدًّا حتى لم يختلف فلكها عن الشلجي الاّ قليلاً. فالشهب هي اجسام صغيرة نيزكية سائرة في الجوّ كذوات الاذناب وربما لم تختلف عنها الاّ في حجمها او في حجمها وكثافتها معًا

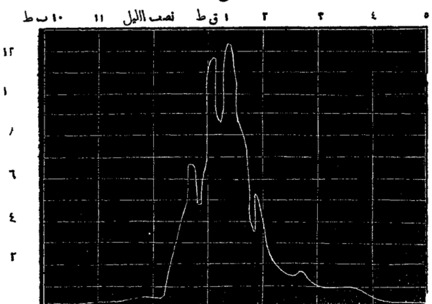
(٤٥٤) شهب ١٤ تشرين الثاني ١٨٦٦ . قد تقدَّم (ع ٤٤٣) ان معدّل الشهب لشهر هو خلاف ما لشهر آخر وان انقضاضها قد يكون عجيبًا . واعجب ما شوهد في القرنين الماضيين والاجدر بالذكر حدث في ت ٢. من ذلك انقضاض الشهب في صباح ١٣ ت ٢ سنة ١٨٣٣ ولكثرة انقضاضها حينئذٍ تعذَّر عدُّها في كل اميركا الشمالية تقريبًا فقدَّروا معدَّلها في الدقيقة ٥٧٥ شهابًا في بوستن ولو تتبَّعت طرقها الى مصدرها لظهر ان مصدرها كلها نقطة او بقعة قرب γ الاسد

ومنهُ انقضاضها في ١٣ ت ٢ سنة ١٨٣٢ وكان غريبًا وآخر سنة ١٨٣٤ وآخر في ١٨٣٥ وآخر في ١٨٣٦ في الشهر واليوم عينهِ الاّ انها كانت معتدلة . وآخر في صباح ١٢ ت ٢ سنة ١٧٩٩ وكان غريبًا جدًّا . شاهدهُ همبولت من اميركا الجنوبية وآخرون غيرهُ في جانب من اميركا الشمالية وقد وُجِد من مراجعة تواريخ المتقدّمين ذكر عشرة منها على الاقل حدثت في نفس الفصل المذكور سنة

٩٠٣ و٩٣١ و٩٣٤ و١٠١١ و١٢٠٢ و١٣٦٦ و١٥٣٣ و١٦٠٢ و١٦٩٨ م

(٤٥٥) شهب ١٤ تشرين الثاني ١٨٦٦ . ان تكرار انقضاض الشهب مرّة كل ٣٣ او ٣٤ سنة او نحو ذلك حمل الرصد على ان يتوقّعوا انقضاصها ايضًا سنة ١٨٦٦ فكان كذلك وعدّوا في خمس ساعات من ليلة ١٣ الى ١٤ تشرين الثاني ٨٨١ شهابًا في نيوهافن اي ستة اضعاف شهب ت ٢ وعدّوا في كرينوبج في الليلة نفسها ٣٠٢٣ شهابًا من نصف الليل الى الساعة الاولى بعدهُ و٤٨٦٠ شهابًا من الساعة الاولى الى الساعة الثانية و٨٣٣ من الثانية الى الثالثة واكثرها كان الساعة ١ ¼ اي ١٢٠ شهابًا في الدقيقة. ترى (شكل ٩٥) خطًّا منحنيًا يدل على عدد الشهب التي شوهدت كلّ دقيقة من الساعة العاشرة بعد الظهر في ١٣ ت ٢ الى الساعة الخامسة قبل الظهر في ١٤ ت ٢ والارقام من ٠ الى ١٢٠ التي عن يسار الشكل تشير الى عدد الشهب التي ظهرت كل طرفة عين . اما مصدر كل هذه الشهب الاّ القليل منها فنقطة في برج الاسد في عرض ١٠° ش وطولها ٩٠° اقل من طول الشمس


شكل ٩٥



وقد شوهد ما يشبه ذلك من كل اوربا واسيا الى كلكوتا شرقًا وما وقع على عرض تلك الاماكن في نصف الكرة الجنوبي وكان اعظم الانقضاض فيها كلها في وقت واحد

(٤٥٦) شهب ١٤ ت ٢ سنة ١٨٦٧ . وفي ١٤ ت ٢ سنة ١٨٦٧ حدث انقضاض آخر كالذي كان قبلهُ وشوهد من الولايات المتحدة ولم يكن عظيمًا الى الساعة الثالثة صباحًا ثم اخذ في الزيادة مسرعًا حتى بلغ اعظمهُ في نيوهافن نحو الساعة الرابعة ونصف صباحًا ثم جعل يتناقص حتى كاد ينقطع قبل الساعة السادسة . وكان ما ينظرهُ راصد واحد وقت الاعظم ٤٣ في الدقيقة او

٢٤٠ في الدقيقة ما يظهر في الجوّ كله وكان القمر حينئذٍ بدرًا فربما لم يظهر ممّا انقض سوى الثلث وكان مصدر اكثرها لو رُدَّت اليهِ بقعة صغيرة في برج الاسد بيضيَّة الشكل قطرها ٥° على خطوط الطول ودرجة على خطوط العرض ومركزها في طول ١٤٢° وعرض ١٠° ١٠′ شمالاً . وكان لكثير منها خطوط نيّرة بقيت بعدها عدَّة ثوانٍ مع وجود نور البدر

(٤٥٧) حركة العقدة على دائرة البروج. ان يوم شهب تشرين الثاني آخذ في التأخُّر فقد كان سنة ١٨٦٦ و١٨٦٧ في ١٤ ت ٢ و١٨٣٢ و١٨٣٣ في ١٣ ت ٢ و١٧٩٩ في ١٢ ت ٢ و١٦٩٨ في ٩ ت ٢ واقدم انقضاض ذُكِر كان في تشرين الاوّل . فاذا فرضنا الشهب تدور حول الشمس في حلقة قبل انقضاضها فحركة عقدتها السنوية على دائرة البروج ١٠٢″ على فرض الاعتدالين ثابتين

(٤٥٨) مدَّة شهب ت ٢ . انّا بمقابلة التواريخ المذكورة (ع ٤٥٤) نرى ان انقضاض الشهب يعود كل $\frac{1}{3}$ ٣٣ سنة وانهُ قد يحدث في سنتين متواليتين وان الشهب قد تنقضُّ اكثر من المعتاد مدَّة ٣ او ٤ سنين متتابعة فيظهر من ذلك انها بعضٌ من اجسام صغيرة دائرة حول الشمس في فلك اهليلجي ومتفرّقة على قوس عظيمة منهُ . ولا تدور اكثر من دورتين حول الشمس في السنة والاَّ لكان محور فلكها الاطول لا يصل من الشمس الى الارض فعدد دوراتها في السنة اما ٢ ± $\frac{1}{33}$ او ١ ± $\frac{1}{33}$ او $\frac{1}{33}$ ومدَّتها اما ١٨٠ او ١٨٥ او ٣٥٤ او ٣٧٦ يومًا او $\frac{1}{4}$ ٣٣ سنة وقد حُسِبَت حركة العقدة لها في كلٍّ من المدَّات المذكورة فوافقت المدَّة الاخيرة فقط فتعيَّنت لها . اما حركة العقدة فمن فعل السيارات فيها

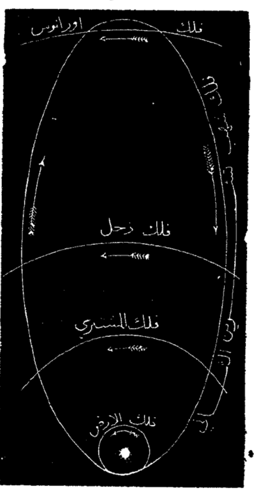
(٤٥٨) مبادئ فلك شهب ت ٢ . اذا فرضت مدَّتها ما تعيَّن آنفًا ومصدرها ما تعيَّن بالرصد تحسب مباديها وهي المذكورة في قسم مما ياتي

	شهب ت ٢	ذو الذنب في ١٨٦٦
المدَّة	٣٣٫٢٥ سنة	٣٣٫١٨ سنة
نصف المحور الاطول	١٠٫٣٤٠٣	١٠٫٣٢٤٨
مباينة الفلك	٠٫٩٠٤٧	٠٫٩٠٥٤
بعد نقطة الراس	٠٫٩٨٥٥	٠٫٩٧٦٥
الميل على دائرة البروج	١٦° ٤٦′	١٧° ١٨′
طول العقدة	٥١° ٢٨′	٥١° ٢٦′
طول نقطة الراس	٥٨° ١٩′	٦٠° ٢٨′
الحركة	متقهقرة	متقهقرة

واما هيئة فلكها فظاهرة (شكل ٩٦)

(٤٥٩) المذنّب الاوّل سنة ١٨٦٦ . بين مبادئ هذا المذنّب ومبادئ شهب ت ٢ مشابهة كلية كما رأيت من الجدول السابق ويستبعد ان تكون هذه المشابهة اتفاقية والارجح ان ذا الذنب هذا نيزك عظيم من نيازك ت ٢

شكل ٩٦



(٤٦٠) اتساع شهب ت ٢ . ان مدّة مرورها على عقدتها هي عدّة سنين والمدّة التي يشاهد انقضاضها فيها اكثر من سنة اذا كان الانقضاض عظيمًا وخمس سنوات اوست سنوات اذا كان عظيمًا جدًّا . فطول القسم الاكثف من مجتمعها هو ربع محيط فلكها على الاقل وهي في نقطة الراس وذلك يساوي الف مليون ميل عدا ما بقي منها ممتدًّا في فلكها الى ابعد منهُ كثيرًا

وبما ان انقضاضها في سنة ١٨٣٣ بقي ساعتين او ثلاث ساعات فغلظ حلقتها حيث قاطعتها الارض هو ما مرّت فيهِ الارض في تلك المدّة مضروبًا في جيب ميل فلكها على دائرة البروج وذلك ٥٠٠٠٠ ميل وان كان ذو الذنب الذي ظهر سنة ١٨٦٦ منها يكون عرض الحلقة اعظم من غلظها كثيرًا لانهُ قاطع فلك الارض على بعد ٦٠٠٠٠٠ ميل عنها

(٤٦١) فقد ثبت على نوع ان مصدر شهب ت ٢ غيمة عالمية مؤلفة من اجسام صغيرة كلٌّ منها يدور حول الشمس في فلك اهليلجي ويتمُّ دورتهُ في $\frac{1}{4}$ ٣٣ سنة ذلك قبل انقضاضهِ . واما الغيمة فعلى شكل قوس اهليلجية بعضها اكثف من بعض طول القسم الكثيف ستون مليونًا من الاميال على الاقل متى كان قرب نقطة الراس واللطيف يمتدُّ عن جانبيهِ كثيرًا واعظم غلظها خمسون الف ميل وكثافتها قليلة جدًّا مع عظم اتساعها ومعدّل البعد بين جسمين من اجسامها ٣٠ او ٤٠ ميلاً وهي قرب نقطة الراس والاجسام خفيفة الوزن على كبر حجم بعضها فتمرُّ السيارات بين اكثف اقسامها ولا يعتري حركاتها تغيير يُشعَر بهِ

(٤٦٣) انفسام مذنَّب بيالا. اذا ثبت ان مدَّة شهب ت ٣ هي ¼ ٣٣ سنة يظهر من الحساب ان مذنَّب بيالا اقترب منها جدًّا في اواخر كانون الاوَّل ١٨٤٥ او مرَّ فيها ويظن انهُ انفسم قسمين من اصطدامهِ بها واوَّل ما لاحظوا ذلك في ٢٦ كانون الاوَّل وربما لم يكن ذلك صحيحًا لاحتمال مرورهِ في قسم قليل الكثافة من الحلقة

(٤٦٣) شهب آب القانونية . هي نيازك تنقضُّ بكثرة في ١٠ آب وقد ثبت انها قانونية في ١٨٣٧ ومن ثمَّ جعلوا يرصدونها ويشاهدون انقضاضها من اميركا واوربا في وقت مخصوص من ٦ الى ١٢ من الشهر المذكور. اعظم انقضاضها في صباح ١٠ آب وعددها حينئذٍ ثلاثة امثال معدَّل الشهر كلهِ او خمسة امثال معدَّل السنة كلها ومصدرها الظاهر نقطة في فرساوس صعودها المستقيم ٤٤° وميلها ٥٦° شمالاً

(٤٦٤) مبادئ فلك شهب آب . اذا فُرِضَت النقطة المذكورة مصدرها وفُرِض فلكها شلجميًّا وان الارض مرَّت في وسط مجتمعها في ٧٥ ١٠ آب ١٨٦٦ فمباديها هي كما ياتي

	شهب آب	المذنَّب الثالث
طول نقطة الراس	٣٤٣° ٢٨′	٣٤٤° ٢٨′
طول العقدة	١٣٨° ١٦′	١٣٧° ٢٧′
ميل الفلك على دائرة البروج	٦٤° ٣′	٦٦° ٠′
بعد نقطة الراس	٠.٩٦٤٣	٠.٩٦٢٦
المدَّة		١٢١.٥ سنة
الحركة	متقهقرة	متقهقرة

فبين المذنَّب الثالث الذي ظهر في ١٨٦٢ وشهب آب مشابهة كلية كما ظهر لك من الجدول السابق ولعل الفرق القليل الذي بينهما ناتج عن قلة التدقيق في حساب طرق الشهب فان ذلك كثير الاحتمال . فذو الذنب المذكور نيزك او شهاب من شهب آب وربما كان من اعظمها

(٤٦٥) انساع شهب آب . فالمرجَّح ان شهب آب تدور في فلك اهليلجي عظيم وراء فلك نبتون كثيرًا وانها متفرقة في فلكها تفرقًا متفاوتًا . وقد ذُكِر انقضاضها ٦٣ مرَّة اوَّلها في ٨١١م ومن مقابلة تواريخها يُستدلُّ على ان بعضها كان عظيمًا جدًّا وانهُ يعود كل ١٠٨ سنين . ويُعرَف غلظ حلقة هذه الشهب من مدَّة عبور الارض فيها فانهُ يقتضي لها سبعة ايام على الاقل حتى تعبرها ومعدَّل حركة الارض ٦٨٠٠٠ ميل في الساعة فغلظ الحلقة احد عشر مليون ميل ونيِّف ومجتمعها قليل الكثافة جدًّا ومعدَّل بُعد افرادها بعضها عن بعض اكثر من ١٠٠ ميل

(٤٦٦) اصل الشهب . يظن من دورانها حول الشمس في افلاك متطاولة ان اصلها غيمة عالمية قد اجتذبتها الشمس اليها. فانهُ على فرض ان الشمس اجتذبت اليها من نواحي الكون غيمة مؤلَّفة من شهب صغيرة فالشهب تدور حولها في افلاك غير متطابقة تماماً وشكل الغيمة يتطاول شيئاً فشيئاً ان كان كرويّاً حتى يصير قوساً شلجمية او اهليلجية محترقها الشمس وان كان فلكها اهليلجيّاً لا تعود الى شكلها الاوَّل مطلقاً . وكلما مرَّت في نقطة الراس مرَّةً استطال مجتمع الشهب فيها حتى تصير حلقة متكاملة. وتنقضُّ الشهب منها اوَّلاً انقضاضاً قانونيّاً ثم انقضاضاً دائماً. وهكذا اذا لم يكن شكل الغيمة كرويّاً وعلى ذلك يُظَنُّ ان نيازك تشرين الثاني لم تَصِر بعد حلقة وان نيازك آب قد صارت فتلك حديثة بالنسبة الى هذه

(٤٦٧) شهب أُخَر قانونية . هي ما سوى شهب آب وتشرين الثاني ومدَّاتها اما سنوية واما غير معروفة ولا تُعرَف الاَّ من انقضاضها المتجاوز حدود الاعتدال . وقد ذكرنا في الجدول الآتي مدَّات بعضها ومصادرها بقدر الامكان

وقت الانقضاض	صعود مستقيم	ميل ش	مصدر الشهب
٢ كانون الثاني	٢٣٤°	٥١° قرب	ع الاكليل الشمالي
٣٠ نيسان	٢٧٧°	٥٣° „	α النسر الواقع
٢٨ الى ٢٩ تموز	٣٠٤°	٤٠° „	γ الدجاجة
٢٤ تشرين الاوَّل	٠٨٣°	١٣° „	α الجبَّار
٨ الى ١٣ كانون الاوَّل	١٠٥°	٣٠° „	τ التوامين

اما الشهب التي لا تظهر لها مدَّات معيَّنة كالشهب التي تُرَى في بقية الليالي فيقال عنها انها عرضيَّة ولعلَّ المعدودة عرضية اليوم تصبح قانونية غداً . ولا يبعد انهُ قبل وقوع الشهب الى الارض تجري في الفسحات التي بين السيارات مجاري شتى او تدور في حلقات متواصلة بحيث يتغيَّر حجمها وكثافتها تغيُّرات متعدّدة حسب اختلاف بعدها عن الشمس وميلها على دائرة البروج فان تفاوت عدد المنظور منها من سنة الى اخرى ناتج عن تفاوت تفرُّقها في الفسحات المشار اليها

الفصل الثاني

في النيازك المتفرقعة

(٤٦٨) النيازك المتفرقعة . هي نيازك ساطعة النور يُسمَع بعدها صوت قاصف كصوت المدفع عند اطلاقهِ وبذلك تمتاز عن النيازك الاعتيادية التي لا تُسمع صوتًا مع انها قد شوهدت تتكسّر

(٤٦٩) نيزك نيوجرسي في ١٥ تشرين الثاني ١٨٥٩ . هو نيزك متفرقع شوهد في صباح ١٥ ت٢ سنة ١٨٥٩ نحو الساعة ٩ ½ مارًّا فوق جنوبي نيوجرسي ولشدَّة لمعانهِ انتبه اليهِ خلق كثير من الباني وبوستن شمالاً الى فريدريكسبرج من فرجينيا جنوبًا وكان الجوّ حينئذٍ صافيًا والشمس على ٣٠° من الارتفاع وكان طريقهُ منحدرًا مائلاً بضع درجات على الغرب وترك بعدهُ غيمة مستديرة من دخان وللحال سمعوا لهُ من دلاوار واكثر نيوجرسي صوت قصف شديد متعدّد كانهُ صوت الف مدفع قد أُطلِقت معًا ومن مقابلة رصود كثيرة قد حُسِب ان ارتفاعهُ عند اوّل ظهورهِ ٦٠ ميلاً واكثر وعند تفرقعهِ ٢٠ ميلاً وطول طريقهِ الظاهر ٤٠ ميلاً واكثر ووقت مرورهِ فيهِ ثانيتان فسرعتهُ ٢٠ ميلاً على الاقل في الثانية بالنسبة الى الارض . وكان قطر عمود الدخان الذي حدث من تفرقعهِ الف قدم وطولهُ عدَّة اميال

واذا قوبلت حركتهُ بحركة الارض حول الشمس يظهران سرعتهُ بالنسبة الى الشمس ٢٨ ميلاً في الثانية فيكون فلكهُ شلجميًّا واذا جرينا على اقل تقدير يحتمل في سرعتهِ رأينا ان فلكهُ كان اهليلجيًّا مباينتهُ عظيمة جدًّا واذا جرينا على سرعتهِ المرجَّحة يظهر انهُ كان دائرًا في شلجمي او في هذلولي

(٤٧٠) نيزك تنيسي في ٢ آب ١٨٦٠ . هو نيزك متفرقع ايضًا انقضَّ على شكل كرة نارية في مساء ٢ آب نحو الساعة العاشرة ١٨٦٠ وشوهد من بتسبرج الى نيواورليانس ومن شارلستون الى سانت لويس مساحة قطرها ٩٠٠ ميل . قيل انهُ كان بقدر البدر ظاهرًا وتفتت قبل اختفائهِ فسمع اهل كنتكي وتنيسي قصفًا شديدًا كصوت مدفع بعيد بعدهُ ببضع دقائق وقد حسب من جملة رصود ان ارتفاعهُ عند اوّل ظهورهِ ٨٢ ميلاً وعند تفرقعهِ ٢٨ ميلاً وطول طريقهِ الظاهر نحو ٢٤٠ ميلاً ووقت مرورهِ فيهِ ٨ ثوانٍ فسرعتهُ ٣٠ ميلاً بالنسبة الى الارض و ٢٤ ميلاً بالنسبة الى الشمس وكلتاهما في الثانية

(٤٧١) عدد هذه النيازك وسرعتها الخ . وامثال هذين النيزكين نشاهد كل سنة ولو ذُكِر تاريخ كلٍّ منها كما يجب فربما كان يظهر انها تسقط كل يوم بل كل ساعة . اما عدد ما أُحصي منها في الجرائد العلمية فثماني مئة نيزك معدَّل ارتفاعها عن سطح الارض ٩٢ ميلاً عند اوَّل ظهورها و٣٢ ميلاً عند اختفائها ومعدَّل سرعتها بالنسبة الى الارض ١٩ ميلاً في الثانية بالتقدير

(٤٧٢) النوى المتعدّدة الخ. قد يكون راس النيزك منقسمًا قسمين او اكثر كلاًّ منها على شكل نقطةٍ متطاولة ولهُ ذنب ناري وقد ذكران بعض النيازك كان لها اثنا عشر راسًا . وكلها تتبع الكبير فيها قريبة اليهِ بحيث يكون شكل النيزك متطاولاً كاجاصة اوسمكة او نحوهما . وكثيرًا ما يترك النيزك بعدهُ اثرًا نيّرًا ثابتًا يبقى دقائق كثيرة بعد اختفائهِ ويختلف شكلاً ووضعًا في اثناء ظهورهِ كاختلاف سحابة تسوقها الريح فيكون تارةً متموّجًا وتارةً معقوفًا كالهلال او كنضوة الفرس جاريًا بسرعة ١٠٠ ميل ونيّف في الساعة

(٤٧٣) مدّة النيازك المتفرقعة . قد انقضَّ عدد زائد من هذه النيازك مع نيازك ١٢ ت ٢ و١٠ آب و٨ الى ١٢ كانون الاوّل وقد ذكر بعضها مع نيازك ٢ كانون الثاني و٢٠ نيسان فهي من جنس النيازك الاعتيادية بدليل اتفاق انقضاضها وقتًا ومشابهة طرقها ومناسبة سرعتها واعظم الاختلاف بينها الحجم والكثافة . فينتج عن ذلك ان النيازك المتفرقعة اجرام صغيرة دائرة حول الشمس في افلاك اهليلجية مباينتها عظيمة جدًّا او في افلاك شلجمية او هذلولية وهي كثيفة والصوت الذي يخرج بعدها هو صوت اقتحام الهواء الى الفراغ الذي يحصل من مرورها فيهِ . واما عدم خروج الصوت بُعَيد الشهب الاعتيادية فمن صغر حجمها وقلة كثافتها واشتعالها او اضمحلالها بينما هي على ٥٠ ميلاً من الارتفاع عن سطح الارض

الفصل الثالث

في الرَّجْم وهي الحجارة الهوائية

(٤٧٤) الرَّجْمُ . جسم جامد يهبط الى الارض من فوق هوائها فينزل في التراب قدمًا او اكثر واذا استخرج عاجلاً لم يزل حاميًا وهو نوعان حجر نيزكي اذا كان ظاهرهُ حجريًّا وحديد نيزكي اذا كان فلزيًّا اما النيازك الاعتيادية فلم تصل منها مادّة الى الارض

وقد ذُكِرَت الرجم كثيرًا في الاجيال السالفة ولاسيما في الجيل الماضي وكان كثيرون من العلماء ينكرون سقوطها غير انهُ لكثرة تساقطها في هذا الجيل ومشاهدة كثيرين لها قد ثبت وجودها ورأي الجمهور انها تنزل الى الارض من وراء هوائها

(٤٧٥) رَجْم وستن من كونكتيكت . هو حجر شوهد في ١٤ كانون الاول ١٨٠٧ سائرًا في الجوّ فوق مدينة وستن من كونكتيكت وكان قطرهُ الظاهر نحو نصف قطر البدر وبعد اختفائهِ بقليل سمع الذين كانوا تحتهُ ثلاث قصفات كصوت المدفع وسمعوا بعدها قصفات أُخَر اضعف منها وحينئذٍ سمع بعض الناظرين صوتًا غليظًا كصوت جسم ثقيل اذا هبط على الارض فطلبوا موضع الصوت واذا حجر قد هبط على صخرة قرب بيتهِ فتحطَّم وكانت كسرهُ لا تزال حامية فقدَّروا وزنها عشرين ليبرا

ووجدوا على بعد خمسة اميال من هناك ثقبًا جديدًا في الارض وحجرًا في قعرهِ على عمق قدمين ثقلهُ ٣٥ ليبرا . ووجدوا حجرًا ثالثًا في تلك النواحي ثقلهُ نحو ١٠ ليبرات وآخر ثقلهُ ١٣ ليبرا وآخر ٣٠ ليبرا وآخر ٣٦ ليبرا ووجدوا على اربعة اميال من هناك كومة من الحجارة ثقلها ٢٠٠ ليبرا سقطت على صخرة وتكسَّرت تكسرًا . وكان وزن هذه الحجارة كلها ٣٠٠ ليبرا وكانت كل مثلها متشابهة وثقلها النوعي من ٣،٣ الى ٣،٦ وكان نصفها سليكا وثلثها اكسيد الحديد وسدسها مغنيسيا مع قليل من النكل والكبريت

وشوهد هذا الحجر من فرمونت شمالاً الى نيو جرسي جنوبًا وكان طول طريقهِ الظاهر اكثر من مئة ميل ومسيرهُ من الشمال الغربي الى الجنوب الشرقي منحدرًا مائلًا نحو ٣٠° على الافق وارتفاعهُ عند تفرقعهِ ٨ اميال ووقتهُ في طريقهِ من ٥ الى ١٠ ثوانٍ فسرعتهُ بالنسبة الى الارض نحو ٥ اميال في الثانية

(٤٧٦) رَجْم كَرْنسي من اوهايو . هو حجر تفرقع في ١ ايار ١٨٦٠ قبل الظهر بنحو نصف ساعة فوق مقاطعة كرنسي من ولاية اوهايو فاسمع قصفات كثيرة متوالية كاصوات المدافع ثم اختلطت القصفات ببعضها البعض فصارت ترجُّ كرج الرتل في سيرهِ . وكان ارتفاعهُ عن سطح الارض ٤١ ميلاً وطريقهُ افقيًا تقريبًا وثقل كل ما سقط منهُ ٧٠٠ ليبرا بالتقدير وثقلهُ النوعي ٣،٥٤ وتركيبهُ مثل تركيب رجم وستن

(٤٧٧) رجم براونَو من بوهيميا . هو حجر سقط في ١٤ تموز ١٨٤٧ نحو الساعة الرابعة صباحًا في براونَو من بوهيميا فسمعوا لهُ تفرقعات شديدة متتابعة ورأوا حجرين من النار ساقطين منهُ الى الارض فجعلوا يفتشون عنهُ حتى وجدوهُ وكان قطعةً من الحديد نازلة في الارض الى عمق ثلاثة اقدام وبقي ست ساعات حاميًا لا يُطَاق مسكهُ باليد وكان وزنهُ ٤٢ ليبرا وهو الآن في مجمع الذخائر

في فينّا وسقطت كتلة اخرى منهُ وزنها ٢٠ ليبرا على سطح بيت فكسّرت خشباً كبيرًا منهُ ونفذت السطح. ثقلهُ النوعي ٧٫٧١ وتركيبهُ من حديد ٩٢ ٫٠ ونكل ٥ ٫٠ وقليل من الكوبلت والزرنيخ وغيرهما

(٤٧٨) رجم اوركيل من فرانسا . هو حجر شوهد من باريس الى البرن ساقطاً على شكل كرة نارية وقّادة في مساء ١٤ ايار ١٨٦٤ وسمع لهُ قصف شديد في جوار منتاوبان وسقطت حجارة كثيرة منهُ بقرب قرية اوركيل . وشاهد بعض من مَهَرَة الرصد طريقهُ وكان ارتفاعهُ عند اوّل ظهورهِ ٥٥ ميلاً ونيّف وعند تفرقعهِ نحو ٢٠ ميلاً وطريقهُ مائل ٢٠° او ٢٥° على الافق وطول طريقهِ الظاهر ١١٢ ميلاً ووقت مرورهِ فيهِ ٥ او ٦ ثوانٍ بالتقدير فلا تكون سرعتهُ اقل من ١٥ او ٢٠ ميلاً في الثانية . والتُقِطَت فتائتهُ حامية وكان ثقلها النوعي ٢٫٥٦٧

(٤٧٩) عدد الرُّجُم . ان ما تقرّر سقوطهُ منها في الولايات المتحدة في هذه الستين سنة الاخيرة هو ثمانية عشر رجمًا وزنها جميعها ١٣٥٠ ليبرا . اما عدد الرجم التي ذُكِرَت ايام سقوطها فهو ٢٦١ وعدد ما لم يُذكَر يوم سقوطهِ او شهرهُ او سنتهُ ٧٤ وعدد ما وُجِد غير هذه ٦٨ كتلة وقد عُرِفَت انها نيزكية من تركيبها الخاص وان كانت اوقات سقوطها مجهولةً . وزن الواحدة منها من ليبرات قليلة الى عدّة طنّات فيكون عدد كل الرجم المعروفة ٤٣٠

ولا شك ان كثيرًا غيرها قد سقط في البحار او القفار ولم يُوجَد فقد ذُكر سقوط ١١٥ رجمًا منها في الخمسين سنة الاخيرة . واذا فرضنا انها قد سقطت على الارض على معدّل سقوطها في الاماكن المأهولة من اوربا واميركا فمعدّلها ٢٠٠ ونيّف في السنة . ثم ان ما يشاهد منها لا يزيد عن نصف الساقط حتى في اوربا لاسباب ظاهرة فيكون معدّل الرجم السنوي على الارض كلها اكثر من ست مئة رجم وان فُرِض معدّل وزنها مساويًا لوزن ما سقط في الولايات المتحدة كان ١٨ طنًّا في السنة (انظر جدولين في آخر الكتاب)

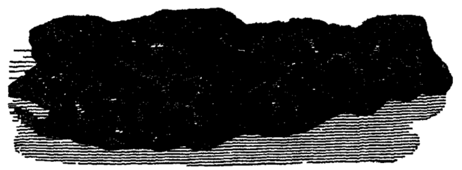
(٤٨٠) تركيب الرُّجُم الكيماوي . تركيبها من العناصر البسيطة التي تتركّب منها المواد الارضية فقد وُجِد فيها من الثلثة والستين عنصرًا بسيطًا هذه العشرون او الاثنان والعشرون وهي

معادن		اشباه معادن
(١) الومينوم	(٦) حديد	(١١) بوتاسيوم	(١) كربون	(٦) زرنيخ ؟
(٢) كلسيوم	(٧) ليثيوم	(١٢) صوديوم	(٢) اكسجين	(٧) كلور ؟
(٣) كروم	(٨) مغنيسيوم	(١٣) سترونتيوم	(٣) فصفور	
(٤) كوبلت	(٩) منغنيس	(١٤) زنك	(٤) سليسيوم	
(٥) نحاس احمر	(١٠) نكل	(١٥) تيتانيوم	(٥) كبريت	

غيران نسبة هذه العناصر مختلفة فيها جدًّا فالحديد في بعضها ٩٦ ٪ وفي بعضها اقل من ٠١ ٪ والنكل في بعضها ١٨ ٪ وفي بعضها اقل من ٠١ ٪ وبعضها اكثرهُ سليكا وبعضها مغنيسيا اوكلس اوغير ذلك وقد انقسمت بهذا الاعتبار الى قسمين عظيمين حديد نيزكي وحجر نيزكي . وثقلها النوعي مختلفٌ ايضًا من ٧ ٪ ١ (وهو الثقل النوعي لرجم سقط في آليه من فرانسا في ١٥ اذار ١٨٠٦) الى ٨ ٪ ٧ (وهو الثقل النوعي لرجم سقط في اغرام من النمسا في ٢٦ ايار ١٧٥١)

(٤٨١) خصائص الرُّجُم . هي اشكالها الظاهرة وتركيب عناصرها حتى انها تعرف من الاجسام الارضية بمجرَّد حلها كيماويًّا مع ان العناصر في كلا النوعين واحدة كما تقدَّم مثالهُ ان الحديد الفلزي كثير في الطبيعة واما المعدني فنادر فيها ولكنهُ يوجد في كل رجم وقد يكون ٩٠ ٪ او ٩٦ ٪ منهُ . وهو حديد منطرق الى الغاية فتصنع منهُ السكاكين ونحوها من آلات القطع وفيهِ نكل ٠٨ ٪ او ١٠ ٪ وقليل من الكوبلت والنحاس الاحمر والزنك والكروم ولم يوجد ذلك في معدن من المعادن الارضية فان استخلصَت فتائت الحديد من الرجم التي يكون اكثرها ترابيًّا وتحلّلت وُجِدَت مركبة عين التركيب المذكوراي حديد نحو ٩٠ ٪ ونكل ٠٨ ٪ او ١٠ ٪ وغيرها

شكل ٩٧



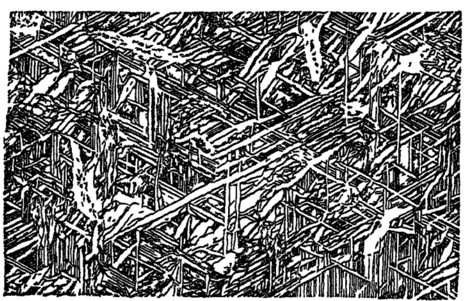
ومن عناصر الرجم كثير من عناصر الصخور البركانية كالزيتونين (وهو من جملة سليكات المغنيسيا) والحديد المغنطيسي والحديد الكرومي وغيرهما . وفي الرجم كلها مادَّة تُسمَّى شريبرسيتي وهي قليلة ومركَّبة من الحديد والنكل والفصفور ولم توجد الَّا في الرجم . ترى (شكل ٩٧) صورة رجم وُجِد قرب لوكبورت في نيو يورك ١٨١٨

(٤٨٢) اشكال وِدْمَانْستَاتِن . الحديد النيزكي كثير التبلور فان صُقِل باعتناء وأُحمي الى درجة الصفرة ثم برد ظهرت عليهِ مثلثات قياسية مرسومة بخطوط متوازية تقريبًا واخرى مقاطعة لها على زوايا ٦٠° تُسمَّى اشكال ودمانستاتن نسبةً الى مكتشفها سنة ١٨٠٨ وكان معلمًا في الحديد

وقد عُرِف بعدهُ ان الحوامض ايضًا تظهر هذه الاشكال ولذلك يخفَّف الحامض النيتريك بمثلهِ من الماء جرمًا ويوضع الحديد فيهِ مقطوعًا مصقولًا وتُغطَّى الاجزاء التي لا يُراد ان يمسَّها الحامض

منهُ بالحمر ويرفع بعد خمس او ست دقائق من الحامض ويغسل ويجفف باعتناء فتظهر عليهِ الاشكال المشار اليها. ترى (شكل ٩٨) بلورية حديد نيزكي سقط في ألبوكِن وهو الآن في فينا. واذا أُذيب حديد الصخور البركانية حالما يخرج منها ظهرت عليهِ هذه الاشكال ايضاً ولا تظهر على الحديد الاعتيادي

شكل ٩٨



(٤٨٣) مدَّة الرجم. يُستدَلُّ من تساقطها ان لها مدَّة توافق مدَّة النيازك الاعتيادية فقد ذكر احدى عشر مرَّة انها سقطت بقرب وقت انقضاض نيازك آب (عـ ٤٦٣) وان قوبل عدد المرَّات التي شوهدت فيها بعدد هذه المرَّات يكون نحو ٠٤ منها قد سقط قبل انقضاض نيازك آب بثلثة ايام فلو كنَّا خالين الذهن من وجود علاقة بينها وبين نيازك آب لكفى نصف ذلك العدد فقط لان يحملنا على اثباتهِ فكيف والعدد كلهُ والمشابهة عظيمة . وقد ذُكِر عندنا ذلك سبع مرَّات تساقطت الرجم فيها بين ٧ و١٣ كانون الاوَّل وهو وقت من جملة الاوقات التي تنفض الشهب فيها كما مرَّ (عـ ٤٦٧) وثلاث مرَّات بين ١١ و١٣ تشرين الثاني وذلك فوق ما يمكن ان يتفق ان كان لا يوجد علاقة بينها وبين الشهب والارجح ان اصلها كليهما الحلقات العالمية المارُّ ذكرها

(٤٨٣) تكوُّن الشهب في هوائنا . ان المذاهب في الشهب والرجم متعدّدة منها انها اجسام تتكوَّن في هوائنا كما يتكوَّن المطر والبرَد وغيرهما وذلك فاسد فانَّا لو فرضنا انها تتكوَّن في الهواء فاية قوَّة تُسقِطها بسرعة عدَّة اميال في الثانية

(٤٨٣) انقذاف الشهب من براكين الارض . ومنها انها تنقذف من براكين الارض وذلك مردود لعدم بلوغ سرعة المواد المنقذفة ميلين في الثانية في كل ما عُرِف منها الى الآن وللزوم انقذافها

عمودية تقريبًا وكلاهما مخالف لما هو معروف في الشهب فان سرعتها في الثانية اميال وحركتها قد تكون افقية فلذلك ولاختلاف تركيبها عن تركيب المواد الارضية قد حُكِم بفساد المذهب المشار اليهِ

(٤٨٥) انقذاف الشهب من براكين القمر. ومنها ان الشهب تنقذف من براكين القمر بسرعة تغلب بها جاذبية القمر وتدخل في جاذبية الارض وقد حُسِب انهُ يكفيها لذلك ان تكون سرعتها ثمانية آلاف قدم في الثانية. وعلى هذا المذهب اعتراضات شتى منها

اولًا. انهُ اذا وقع جسم من القمر الى الارض فلا بد ان يرسم حولها قَطْعًا مخروطيًا بعدهُ عند نقطة الراس اقل من نصف قطر الارض ولذلك يجب ان يسقط التهاب من القمر بقوة محدودة وجهة محدودة فاذا انقذف من جوار مركز القمر او من نصفهِ الشرقي فلبقاء سرعة دوران القمر في فلكهِ لهُ تبعدهُ سرعتهُ عن الارض وهو عند نقطة الراس اكثر من اربعة آلاف ميل اي نصف قطر الارض اذا انقذف بقوَّة قليلة لا تجاوز جاذبية القمر واذا انقذف بقوة عظيمة بعد عن الارض اكثر من اربعة آلاف ميل وهو في نقطة الراس وقد حُسِب انهُ اذا اختلفت قوة قذفهِ $\frac{1}{180}$ فقط اختلف بعد نقطة الراس اكثر من اربعة آلاف ميل وكذلك اذا بقيت قوة القذف ثابتةً واختلف الجسم $\frac{1}{180}$ من حجمهِ

فعلى ذلك قد قدَّروا انهُ اذا انقذفت اجسام متفاوتة الاقدار بسرعات متفاوتة من القمر الى كل الجهات ما وصل منها الى الارض الاَّ واحد في المليون وقد تقدَّم ان معدَّل الرجم التي تسقط الى الارض ٦٠٠ في السنة (عـ ٤٧٩) فيكون عدد المنقذفة من القمر ٦٠٠ ٠٠٠ ٠٠٠ رجم ونيف سنويًا ذلك كلهُ وبراكين القمر منطفئة على ما ظهر من رصدها زمانًا طويلاً باقوى النظارات فانهُ لم يشاهد فيها شيء من التغيُّر الاَّ مرَّة او مرَّتين زعم البعض فيهما انهُ رأَى تغيُّرًا في محل. ففي ما تقدَّم كفاية لنقض هذا المذهب

ثانيًا. ان سرعة بعض الرجم تنفي اتباعها للارض فان سرعة الجسم التابع للارض لا تكون اقل من خمسة اميال ولا اكثر من سبعة في الثانية فان كانت اقل سقط الى الارض وان كانت اكثر ابعد عنها بحيث لا يعود يرجع اليها وهذا مخالف لنيزك اوركيل فان سرعتهُ كانت اكثر من سبعة اميال في الثانية (عـ ٤٧٨) ولذلك لم يكن تابعًا للارض وان قيل ان سرعة الرجم لم تُعرَف بالتدقيق الاَّ نادرًا فلذلك لا يصحُّ الرد بها قلنا ان معدَّل سرعة النيازك المتفرقعة اكثر من سبعة اميال في الثانية وهي والشهب والرجم من اصل واحد كما قد ثبت

ثالثًا. ان للشهب مدَّات متعلّقة بفصول السنة فهي اذًا تابعة للشمس لا للارض والخلاصة انهُ وان كان انقذاف بعض الاجسام الصغيرة من القمر ممكنًا فذلك لا يمكن ان يكون اصل النيازك لانهُ

لا يصلح لان يعال عنها به ولا دليل على انهُ قد انقذف منهُ واحد منها

(٤٨٦) الخاتمة . فاذا قابلنا بين كل ما تقدَّم عن الشهب والنيازك المتفرقعة والرُّجُم نتج معنا انها اجسام صغيرة تدور حول الشمس كذوات الاذناب وان الارض تقاطعها في دورانها حول الشمس وان طريق الرجم الظاهر اقرب من طريق الشهب الى الارض لكثرة كثافة الرجم وقلة كثافة الشهب وسرعتها اقل من سرعة الشهب لنزولها في هواء اكثف فتكون المقاومة لها اعظم. وان لها مدَّات للكثارة والقلَّة متطابقة على نوعٍ ومنها يستدلُّ على انها مُجتمعة افواجًا افواجًا وتجمعها متشابه . وان شهب آب تقتضي مئة سنة حتى تدور دورة واحدة في افلاكها العظيمة وانها متفاوتة حجمًا وحجمًا وكثافة واقدارها من قدر نجم ذي ذنب قطرهُ ١٠٠٠٠٠ ميل الى قدر ذرَّة تلاشيها الحرارة التي تحدث من مصادمتها لهوائنا وكثافتها من كثافة الحديد المعدني الى كثافة الاجسام الارضية التي جاذبية الالتصاق فيها ضعيفة جدًّا فتحلها حرارة مصادمتها هوائنا الى دقائق صغيرة جدًّا والطفها ربما كان جامدًا اوسائلاً منحلاً الى دقائق كثيرة كالمياه والدخان وان شهب تشرين الثاني متساوية المقدار على الارجح وربما كانت متساوية الكثافة والله اعلم

انتهى

الجدول الاوّل

لتحويل المليمتر الى قراريط انكليزية

مليمتر	قيراط	مليمتر	قيراط	مليمتر	قيراط	مليمتر	قيراط	مليمتر	قيراط	مليمتر	قيراط
١	٠٫٠٣٩	٥٠	١٫٩٦٩	٥٠٠	١٩٫٦٨٥	٦٨٩	٢٧٫١٢٦	٧٣٤	٢٨٫٨٩٨	٧٧٩	٣٠٫٦٧٠
٢	٫٠٧٩	٦٠	٢٫٣٦٢	٥١٠	٢٠٫٠٧٩	٦٩٠	٫١٦٦	٧٣٥	٫٩٣٨	٧٨٠	٫٧٠٩
٣	٫١١٨	٧٠	٢٫٧٥٦	٥٢٠	٢٠٫٤٧٣	٦٩١	٫٢٠٥	٧٣٦	٫٩٧٧	٧٨١	٫٧٤٩
٤	٫١٥٧	٨٠	٣٫١٥٠	٥٣٠	٢٠٫٨٦٧	٦٩٢	٫٢٤٥	٧٣٧	٢٩٫٠١٦	٧٨٢	٫٧٨٨
٥	٫١٩٧	٩٠	٣٫٥٤٣	٥٤٠	٢١٫٢٦٠	٦٩٣	٫٢٨٤	٧٣٨	٫٠٥٦	٧٨٣	٫٨٢٧
٦	٫٢٣٦	١٠٠	٣٫٩٣٧	٥٥٠	٢١٫٦٥٤	٦٩٤	٫٣٢٣	٧٣٩	٫٠٩٥	٧٨٤	٫٨٦٧
٧	٫٢٧٦	١١٠	٤٫٣٣١	٥٦٠	٢٢٫٠٤٨	٦٩٥	٫٣٦٣	٧٤٠	٫١٣٤	٧٨٥	٫٩٠٦
٨	٫٣١٥	١٢٠	٤٫٧٢٤	٥٧٠	٢٢٫٤٤١	٦٩٦	٫٤٠٢	٧٤١	٫١٧٤	٧٨٦	٫٩٤٥
٩	٫٣٥٤	١٣٠	٥٫١١٨	٥٨٠	٢٢٫٨٣٥	٦٩٧	٫٤٤١	٧٤٢	٫٢١٣	٧٨٧	٫٩٨٥
١٠	٫٣٩٤	١٤٠	٥٫٥١٢	٥٩٠	٢٣٫٢٢٩	٦٩٨	٫٤٨١	٧٤٣	٫٢٥٢	٧٨٨	٣١٫٠٢٤
١١	٫٤٣٣	١٥٠	٥٫٩٠٦	٦٠٠	٢٣٫٦٢٢	٦٩٩	٫٥٢٠	٧٤٤	٫٢٩٢	٧٨٩	٫٠٦٤
١٢	٫٤٧٢	١٦٠	٦٫٢٩٩	٦١٠	٢٤٫٠١٦	٧٠٠	٫٥٦٠	٧٤٥	٫٣٣١	٧٩٠	٫١٠٣
١٣	٫٥١٢	١٧٠	٦٫٦٩٣	٦٢٠	٢٤٫٤١٠	٧٠١	٫٥٩٩	٧٤٦	٫٣٧١	٧٩١	٫١٤٢
١٤	٫٥٥١	١٨٠	٧٫٠٨٧	٦٣٠	٢٤٫٨٠٤	٧٠٢	٫٦٣٨	٧٤٧	٫٤١٠	٧٩٢	٫١٨٢
١٥	٫٥٩١	١٩٠	٧٫٤٨٠	٦٤٠	٢٥٫١٩٧	٧٠٣	٫٦٧٨	٧٤٨	٫٤٤٩	٧٩٣	٫٢٢١
١٦	٫٦٣٠	٢٠٠	٧٫٨٧٤	٦٥٠	٢٥٫٥٩١	٧٠٤	٫٧١٧	٧٤٩	٫٤٨٩	٧٩٤	٫٢٦٠
١٧	٫٦٦٩	٢١٠	٨٫٢٦٨	٦٦٠	٢٥٫٩٨٥	٧٠٥	٫٧٥٦	٧٥٠	٫٥٢٨	٧٩٥	٫٣٠٠
١٨	٫٧٠٩	٢٢٠	٨٫٦٦٢	٦٦١	٢٦٫٠٢٤	٧٠٦	٫٧٩٦	٧٥١	٫٥٦٧	٧٩٦	٫٣٣٩
١٩	٫٧٤٨	٢٣٠	٩٫٠٥٥	٦٦٢	٫٠٦٣	٧٠٧	٫٨٣٥	٧٥٢	٫٦٠٧	٧٩٧	٫٣٧٩
٢٠	٫٧٨٧	٢٤٠	٩٫٤٤٩	٦٦٣	٫١٠٣	٧٠٨	٫٨٧٥	٧٥٣	٫٦٤٦	٧٩٨	٫٤١٨
٢١	٫٨٢٧	٢٥٠	٩٫٨٤٣	٦٦٤	٫١٤٢	٧٠٩	٫٩١٤	٧٥٤	٫٦٨٦	٧٩٩	٫٤٥٧
٢٢	٫٨٦٦	٢٦٠	١٠٫٢٣٦	٦٦٥	٫١٨٢	٧١٠	٫٩٥٣	٧٥٥	٫٧٢٥	٨٠٠	٫٤٩٧
٢٣	٫٩٠٥	٢٧٠	١٠٫٦٣٠	٦٦٦	٫٢٢١	٧١١	٫٩٩٣	٧٥٦	٫٧٦٤	٨١٠	٫٨٩٠
٢٤	٫٩٤٥	٢٨٠	١١٫٠٢٤	٦٦٧	٫٢٦٠	٧١٢	٢٨٫٠٣٢	٧٥٧	٫٨٠٤	٨٢٠	٣٢٫٢٨٤
٢٥	٫٩٨٤	٢٩٠	١١٫٤١٨	٦٦٨	٫٣٠٠	٧١٣	٫٠٧١	٧٥٨	٫٨٤٣	٨٣٠	٫٦٧٨
٢٦	١٫٠٢٤	٣٠٠	١١٫٨١١	٦٦٩	٫٣٣٩	٧١٤	٫١١١	٧٥٩	٫٨٨٢	٨٤٠	٣٣٫٠٧٢
٢٧	٫٠٦٣	٣١٠	١٢٫٢٠٥	٦٧٠	٫٣٧٨	٧١٥	٫١٥٠	٧٦٠	٫٩٢٢	٨٥٠	٫٤٦٥
٢٨	٫١٠٢	٣٢٠	١٢٫٥٩٩	٦٧١	٫٤١٨	٧١٦	٫١٨٩	٧٦١	٫٩٦١	٨٦٠	٫٨٥٩
٢٩	٫١٤٢	٣٣٠	١٢٫٩٩٢	٦٧٢	٫٤٥٧	٧١٧	٫٢٢٩	٧٦٢	٣٠٫٠٠١	٨٧٠	٣٤٫٢٥٣
٣٠	٫١٨١	٣٤٠	١٣٫٣٨٦	٦٧٣	٫٤٩٧	٧١٨	٫٢٦٨	٧٦٣	٫٠٤٠	٨٨٠	٫٦٤٦
٣١	٫٢٢٠	٣٥٠	١٣٫٧٨٠	٦٧٤	٫٥٣٦	٧١٩	٫٣٠٨	٧٦٤	٫٠٧٩	٨٩٠	٣٥٫٠٤٠
٣٢	٫٢٦٠	٣٦٠	١٤٫١٧٣	٦٧٥	٫٥٧٥	٧٢٠	٫٣٤٧	٧٦٥	٫١١٩	٩٠٠	٫٤٣٤
٣٣	٫٢٩٩	٣٧٠	١٤٫٥٦٧	٦٧٦	٫٦١٥	٧٢١	٫٣٨٦	٧٦٦	٫١٥٨	اجزاء نسبية	
٣٤	٫٣٣٩	٣٨٠	١٤٫٩٦١	٦٧٧	٫٦٥٤	٧٢٢	٫٤٢٦	٧٦٧	٫١٩٧		
٣٥	٫٣٧٨	٣٩٠	١٥٫٣٥٥	٦٧٨	٫٦٩٣	٧٢٣	٫٤٦٥	٧٦٨	٫٢٣٧	مليمتر	قيراط
٣٦	٫٤١٧	٤٠٠	١٥٫٧٤٨	٦٧٩	٫٧٣٣	٧٢٤	٫٥٠٤	٧٦٩	٫٢٧٦	٠٫١	٠٫٠٠٤
٣٧	٫٤٥٧	٤١٠	١٦٫١٤٢	٦٨٠	٫٧٧٢	٧٢٥	٫٥٤٤	٧٧٠	٫٣١٦	٠٫٢	٠٫٠٠٨
٣٨	٫٤٩٦	٤٢٠	١٦٫٥٣٦	٦٨١	٫٨١٢	٧٢٦	٫٥٨٣	٧٧١	٫٣٥٥	٠٫٣	٠٫٠١٢
٣٩	٫٥٣٥	٤٣٠	١٦٫٩٢٩	٦٨٢	٫٨٥١	٧٢٧	٫٦٢٢	٧٧٢	٫٣٩٤	٠٫٤	٠٫٠١٦
٤٠	٫٥٧٥	٤٤٠	١٧٫٣٢٣	٦٨٣	٫٨٩٠	٧٢٨	٫٦٦٢	٧٧٣	٫٤٣٤	٠٫٥	٠٫٠٢٠
٤١	٫٦١٤	٤٥٠	١٧٫٧١٧	٦٨٤	٫٩٣٠	٧٢٩	٫٧٠١	٧٧٤	٫٤٧٣	٠٫٦	٠٫٠٢٤
٤٢	٫٦٥٤	٤٦٠	١٨٫١١١	٦٨٥	٫٩٦٩	٧٣٠	٫٧٤١	٧٧٥	٫٥١٢	٠٫٧	٠٫٠٢٨
٤٣	٫٦٩٣	٤٧٠	١٨٫٥٠٤	٦٨٦	٢٧٫٠٠٨	٧٣١	٫٧٨٠	٧٧٦	٫٥٥٢	٠٫٨	٠٫٠٣١
٤٤	٫٧٣٢	٤٨٠	١٨٫٨٩٨	٦٨٧	٫٠٤٨	٧٣٢	٫٨١٩	٧٧٧	٫٥٩١	٠٫٩	٠٫٠٣٥
٤٥	٫٧٧٢	٤٩٠	١٩٫٢٩٢	٦٨٨	٫٠٨٧	٧٣٣	٫٨٥٩	٧٧٨	٫٦٣٠	١٫٠	٠٫٠٣٩

المليمتر = ٠٫٠٣٩٣٧٠٧٩ من القيراط

الجدول الثاني

لتحويل المتر الى اقدام انكليزية

متر	قدم	متر	قدم	متر	قدم	متر	قدم	متر	قدم	متر	قدم
١	٣٫٢٨	٤٦	١٥٠٫٩٢	٩١	٢٩٨٫٥٦	١٣٦	٤٤٦٫٢٠	١٨١	٥٩٣٫٨٤	٢٢٦	٧٤١٫٤٨
٢	٦٫٥٦	٤٧	١٥٤٫٢٠	٩٢	٣٠١٫٨٤	١٣٧	٤٤٩٫٤٨	١٨٢	٥٩٧٫١٢	٢٢٧	٧٤٤٫٧٦
٣	٩٫٨٤	٤٨	١٥٧٫٤٨	٩٣	٣٠٥٫١٢	١٣٨	٤٥٢٫٧٦	١٨٣	٦٠٠٫٤٠	٢٢٨	٧٤٨٫٠٥
٤	١٣٫١٢	٤٩	١٦٠٫٧٦	٩٤	٣٠٨٫٤٠	١٣٩	٤٥٦٫٠٤	١٨٤	٦٠٣٫٦٩	٢٢٩	٧٥١٫٣٣
٥	١٦٫٤٠	٥٠	١٦٤٫٠٤	٩٥	٣١١٫٦٩	١٤٠	٤٥٩٫٣٣	١٨٥	٦٠٦٫٩٧	٢٣٠	٧٥٤٫٦١
٦	١٩٫٦٩	٥١	١٦٧٫٣٣	٩٦	٣١٤٫٩٧	١٤١	٤٦٢٫٦١	١٨٦	٦١٠٫٢٥	٢٣١	٧٥٧٫٨٩
٧	٢٢٫٩٧	٥٢	١٧٠٫٦١	٩٧	٣١٨٫٢٥	١٤٢	٤٦٥٫٨٩	١٨٧	٦١٣٫٥٣	٢٣٢	٧٦١٫١٧
٨	٢٦٫٢٥	٥٣	١٧٣٫٨٩	٩٨	٣٢١٫٥٣	١٤٣	٤٦٩٫١٧	١٨٨	٦١٦٫٨١	٢٣٣	٧٦٤٫٤٥
٩	٢٩٫٥٣	٥٤	١٧٧٫١٧	٩٩	٣٢٤٫٨١	١٤٤	٤٧٢٫٤٥	١٨٩	٦٢٠٫٠٩	٢٣٤	٧٦٧٫٧٣
١٠	٣٢٫٨١	٥٥	١٨٠٫٤٥	١٠٠	٣٢٨٫٠٩	١٤٥	٤٧٥٫٧٣	١٩٠	٦٢٣٫٣٧	٢٣٥	٧٧١٫٠١
١١	٣٦٫٠٩	٥٦	١٨٣٫٧٣	١٠١	٣٣١٫٣٧	١٤٦	٤٧٩٫٠١	١٩١	٦٢٦٫٦٥	٢٣٦	٧٧٤٫٢٩
١٢	٣٩٫٣٧	٥٧	١٨٧٫٠١	١٠٢	٣٣٤٫٦٥	١٤٧	٤٨٢٫٢٩	١٩٢	٦٢٩٫٩٣	٢٣٧	٧٧٧٫٥٧
١٣	٤٢٫٦٥	٥٨	١٩٠٫٢٩	١٠٣	٣٣٧٫٩٣	١٤٨	٤٨٥٫٥٧	١٩٣	٦٣٣٫٢١	٢٣٨	٧٨٠٫٨٥
١٤	٤٥٫٩٣	٥٩	١٩٣٫٥٧	١٠٤	٣٤١٫٢١	١٤٩	٤٨٨٫٨٥	١٩٤	٦٣٦٫٤٩	٢٣٩	٧٨٤٫١٣
١٥	٤٩٫٢١	٦٠	١٩٦٫٨٥	١٠٥	٣٤٤٫٤٩	١٥٠	٤٩٢٫١٣	١٩٥	٦٣٩٫٧٨	٢٤٠	٧٨٧٫٤٢
١٦	٥٢٫٤٩	٦١	٢٠٠٫١٣	١٠٦	٣٤٧٫٧٨	١٥١	٤٩٥٫٤٢	١٩٦	٦٤٣٫٠٦	٢٤١	٧٩٠٫٧٠
١٧	٥٥٫٧٨	٦٢	٢٠٣٫٤٢	١٠٧	٣٥١٫٠٦	١٥٢	٤٩٨٫٧٠	١٩٧	٦٤٦٫٣٤	٢٤٢	٧٩٣٫٩٨
١٨	٥٩٫٠٦	٦٣	٢٠٦٫٧٠	١٠٨	٣٥٤٫٣٤	١٥٣	٥٠١٫٩٨	١٩٨	٦٤٩٫٦٢	٢٤٣	٧٩٧٫٢٦
١٩	٦٢٫٣٤	٦٤	٢٠٩٫٩٨	١٠٩	٣٥٧٫٦٢	١٥٤	٥٠٥٫٢٦	١٩٩	٦٥٢٫٩٠	٢٤٤	٨٠٠٫٥٤
٢٠	٦٥٫٦٢	٦٥	٢١٣٫٢٦	١١٠	٣٦٠٫٩٠	١٥٥	٥٠٨٫٥٤	٢٠٠	٦٥٦٫١٨	٢٤٥	٨ ٣٫٨٢
٢١	٦٨٫٩٠	٦٦	٢١٦٫٥٤	١١١	٣٦٤٫١٨	١٥٦	٥١١٫٨٢	٢٠١	٦٥٩٫٤٦	٢٤٦	٨٠٧٫١٠
٢٢	٧٢٫١٨	٦٧	٢١٩٫٨٢	١١٢	٣٦٧٫٤٦	١٥٧	٥١٥٫١٠	٢٠٢	٦٦٢٫٧٤	٢٤٧	٨١٠٫٣٨
٢٣	٧٥٫٤٦	٦٨	٢٢٣٫١٠	١١٣	٣٧٠٫٧٤	١٥٨	٥١٨٫٣٨	٢٠٣	٦٦٦٫٠٢	٢٤٨	٨١٣٫٦٦
٢٤	٧٨٫٧٤	٦٩	٢٢٦٫٣٨	١١٤	٣٧٤٫٠٢	١٥٩	٥٢١٫٦٦	٢٠٤	٦٦٩٫٣٠	٢٤٩	٨١٦٫٩٤
٢٥	٨٢٫٠٢	٧٠	٢٢٩٫٦٦	١١٥	٣٧٧٫٣٠	١٦٠	٥٢٤٫٩٤	٢٠٥	٦٧٢٫٥٨	٢٥٠	٨٢٠٫٢٣
٢٦	٨٥٫٣٠	٧١	٢٣٢٫٩٤	١١٦	٣٨٠٫٥٨	١٦١	٥٢٨٫٢٢	٢٠٦	٦٧٥٫٨٧	٢٥١	٨٢٣٫٥١
٢٧	٨٨٫٥٨	٧٢	٢٣٦٫٢٢	١١٧	٣٨٣٫٨٧	١٦٢	٥٣١٫٥١	٢٠٧	٦٧٩٫١٥	٢٥٢	٨٢٦٫٧٩
٢٨	٩١٫٨٧	٧٣	٢٣٩٫٥١	١١٨	٣٨٧٫١٥	١٦٣	٥٣٤٫٧٩	٢٠٨	٦٨٢٫٤٣	٢٥٣	٨٣٠٫٠٧
٢٩	٩٥٫١٥	٧٤	٢٤٢٫٧٩	١١٩	٣٩٠٫٤٣	١٦٤	٥٣٨٫٠٧	٢٠٩	٦٨٥٫٧١	٢٥٤	٨٣٣٫٣٥
٣٠	٩٨٫٤٣	٧٥	٢٤٦٫٠٧	١٢٠	٣٩٣٫٧١	١٦٥	٥٤١٫٣٥	٢١٠	٦٨٨٫٩٩	٢٥٥	٨٣٦٫٦٣
٣١	١٠١٫٧٦	٧٦	٢٤٩٫٣٥	١٢١	٣٩٦٫٩٩	١٦٦	٥٤٤٫٦٣	٢١١	٦٩٢٫٢٧	٢٥٦	٨٣٩٫٩١
٣٢	١٠٤٫٩٩	٧٧	٢٥٢٫٦٣	١٢٢	٤٠٠٫٢٧	١٦٧	٥٤٧٫٩١	٢١٢	٦٩٥٫٥٥	٢٥٧	٨٤٣٫١٩
٣٣	١٠٨٫٢٧	٧٨	٢٥٥٫٩١	١٢٣	٤٠٣٫٥٥	١٦٨	٥٥١٫١٩	٢١٣	٦٩٨٫٨٣	اجزاء نسبية	
٣٤	١١١٫٥٥	٧٩	٢٥٩٫١٩	١٢٤	٤٠٦٫٨٣	١٦٩	٥٥٤٫٤٧	٢١٤	٧٠٢٫١١		
٣٥	١١٤٫٨٣	٨٠	٢٦٢٫٤٧	١٢٥	٤١٠٫١١	١٧٠	٥٥٧٫٧٥	٢١٥	٧٠٥٫٣٩	متر	قدم
٣٦	١١٨٫١١	٨١	٢٦٥٫٧٥	١٢٦	٤١٣٫٣٩	١٧١	٥٦١٫٠٣	٢١٦	٧٠٨٫٦٧	٠٫١	٠٫٣٣
٣٧	١٢١٫٣٩	٨٢	٢٦٩٫٠٣	١٢٧	٤١٦٫٦٧	١٧٢	٥٦٤٫٣١	٢١٧	٧١١٫٩٦	٠٫٢	٠٫٦٦
٣٨	١٢٤٫٦٧	٨٣	٢٧٢٫٣١	١٢٨	٤١٩٫٩٦	١٧٣	٥٦٧٫٦٠	٢١٨	٧١٥٫٢٤	٠٫٣	٠٫٩٨
٣٩	١٢٧٫٩٦	٨٤	٢٧٥٫٦٠	١٢٩	٤٢٣٫٢٤	١٧٤	٥٧٠٫٨٨	٢١٩	٧١٨٫٥٢	٠٫٤	١٫٣١
٤٠	١٣١٫٢٤	٨٥	٢٧٨٫٨٨	١٣٠	٤٢٦٫٥٢	١٧٥	٥٧٤٫١٦	٢٢٠	٧٢١٫٨٠	٠٫٥	١٫٦٤
٤١	١٣٤٫٥٢	٨٦	٢٨٢٫١٦	١٣١	٤٢٩٫٨٠	١٧٦	٥٧٧٫٤٤	٢٢١	٧٢٥٫٠٨	٠٫٦	١٫٩٧
٤٢	١٣٧٫٨٠	٨٧	٢٨٥٫٤٤	١٣٢	٤٣٣٫٠٨	١٧٧	٥٨٠٫٧٢	٢٢٢	٧٢٨٫٣٦	٠٫٧	٢٫٣٠
٤٣	١٤١٫٠٨	٨٨	٢٨٨٫٧٢	١٣٣	٤٣٦٫٣٦	١٧٨	٥٨٤٫٠٠	٢٢٣	٧٣١٫٦٤	٠٫٨	٢٫٦٣
٤٤	١٤٤٫٣٦	٨٩	٢٩٢٫٠٠	١٣٤	٤٣٩٫٦٤	١٧٩	٥٨٧٫٢٨	٢٢٤	٧٣٤٫٩٢	٠٫٩	٢٫٩٥
٤٥	١٤٧٫٦٤	٩٠	٢٩٥٫٢٨	١٣٥	٤٤٢٫٩٢	١٨٠	٥٩٠٫٥٦	٢٢٥	٧٣٨٫٢٠	١٫٠	٣٫٢٨

المتر = ٣٫٢٨٠٨٩٩٢ اقدام

الجدول الثالث

لتحويل الكيلومترالى اميال انكليزية

كيلومتر	ميل	كيلومتر	ميل	كيلومتر	ميل	كيلومتر	ميل	كيلومتر	ميل	كيلومتر	ميل
١	٠٫٦٢١	٤٦	٢٨٫٥٨٤	٩١	٥٦٫٥٤٦	١٣٦	٨٤٫٥٠٨	١٨١	١١٢٫٤٧٠	٢٢٦	١٤٠٫٤٣٢
٢	١٫٢٤٢	٤٧	٢٩٫٢٠٥	٩٢	٥٧٫١٦٧	١٣٧	٨٥٫١٢٩	١٨٢	١١٣٫٠٩٢	٢٢٧	١٤١٫٠٥٤
٣	١٫٨٦٤	٤٨	٢٩٫٨٢٦	٩٣	٥٧٫٧٨٩	١٣٨	٨٥٫٧٥١	١٨٣	١١٣٫٧١٣	٢٢٨	١٤١٫٦٧٥
٤	٢٫٤٨٦	٤٩	٣٠٫٤٤٨	٩٤	٥٨٫٤١٠	١٣٩	٨٦٫٣٧٢	١٨٤	١١٤٫٣٣٤	٢٢٩	١٤٢٫٢٩٧
٥	٣٫١٠٧	٥٠	٣١٫٠٦٩	٩٥	٥٩٫٠٣١	١٤٠	٨٦٫٩٩٤	١٨٥	١١٤٫٩٥٦	٢٣٠	١٤٢٫٩١٨
٦	٣٫٧٢٨	٥١	٣١٫٦٩١	٩٦	٥٩٫٦٥٣	١٤١	٨٧٫٦١٥	١٨٦	١١٥٫٥٧٧	٢٣١	١٤٣٫٥٣٩
٧	٤٫٣٥٠	٥٢	٣٢٫٣١٢	٩٧	٦٠٫٢٧٤	١٤٢	٨٨٫٢٣٦	١٨٧	١١٦٫١٩٨	٢٣٢	١٤٤٫١٦١
٨	٤٫٩٧١	٥٣	٣٢٫٩٣٣	٩٨	٦٠٫٨٩٥	١٤٣	٨٨٫٨٥٨	١٨٨	١١٦٫٨٢٠	٢٣٣	١٤٤٫٧٨٢
٩	٥٫٥٩٢	٥٤	٣٣٫٥٥٥	٩٩	٦١٫٥١٧	١٤٤	٨٩٫٤٧٩	١٨٩	١١٧٫٤٤١	٢٣٤	١٤٥٫٤٠٣
١٠	٦٫٢١٤	٥٥	٣٤٫١٧٦	١٠٠	٦٢٫١٣٨	١٤٥	٩٠٫١٠٠	١٩٠	١١٨٫٠٦٣	٢٣٥	١٤٦٫٠٢٥
١١	٦٫٨٣٥	٥٦	٣٤٫٧٩٧	١٠١	٦٢٫٧٦٠	١٤٦	٩٠٫٧٢٢	١٩١	١١٨٫٦٨٤	٢٣٦	١٤٦٫٦٤٦
١٢	٧٫٤٥٧	٥٧	٣٥٫٤١٩	١٠٢	٦٣٫٣٨١	١٤٧	٩١٫٣٤٣	١٩٢	١١٩٫٣ ٥	٢٣٧	١٤٧٫٢٦٨
١٣	٨٫٠٧٨	٥٨	٣٦٫٠٤٠	١٠٣	٦٤٫٠٠٢	١٤٨	٩١٫٩٦٥	١٩٣	١١٩٫٩٢٧	٢٣٨	١٤٧٫٨٨٩
١٤	٨٫٦٩٩	٥٩	٣٦٫٦٦٢	١٠٤	٦٤٫٦٢٤	١٤٩	٩٢٫٥٨٦	١٩٤	١٢٠٫٥٤٨	٢٣٩	١٤٨٫٥١٠
١٥	٩٫٣٢١	٦٠	٣٧٫٢٨٣	١٠٥	٦٥٫٢٤٥	١٥٠	٩٣٫٢٠٧	١٩٥	١٢١٫١٧٠	٢٤٠	١٤٩٫١٣٢
١٦	٩٫٩٤٢	٦١	٣٧٫٩٠٤	١٠٦	٦٥٫٨٦٧	١٥١	٩٣٫٨٢٩	١٩٦	١٢١٫٧٩١	٢٤١	١٤٩٫٧٥٣
١٧	١٠٫٥٦٣	٦٢	٣٨٫٥٢٦	١٠٧	٦٦٫٤٨٨	١٥٢	٩٤٫٤٥٠	١٩٧	١٢٢٫٤١٢	٢٤٢	١٥٠٫٣٧٥
١٨	١١٫١٨٥	٦٣	٣٩٫١٤٧	١٠٨	٦٧٫١٠٩	١٥٣	٩٥٫٠٧١	١٩٨	١٢٣٫٠٣٤	٢٤٣	١٥٠٫٩٩٦
١٩	١١٫٨٠٦	٦٤	٣٩٫٧٦٨	١٠٩	٦٧٫٧٣١	١٥٤	٩٥٫٦٩٣	١٩٩	١٢٣٫٦٥٥	٢٤٤	١٥١٫٦١٧
٢٠	١٢٫٤٢٨	٦٥	٤٠٫٣٩٠	١١٠	٦٨٫٣٥٢	١٥٥	٩٦٫٣١٤	٢٠٠	١٢٤٫٢٧٦	٢٤٥	١٥٢٫٢٣٩
٢١	١٣٫٠٤٩	٦٦	٤١٫٠١١	١١١	٦٨٫٩٧٣	١٥٦	٩٦٫٩٣٦	٢٠١	١٢٤٫٨٩٨	٢٤٦	١٥٢٫٨٦٠
٢٢	١٣٫٦٧٠	٦٧	٤١٫٦٣٣	١١٢	٦٩٫٥٩٥	١٥٧	٩٧٫٥٥٧	٢٠٢	١٢٥٫٥١٩	٢٤٧	١٥٣٫٤٨١
٢٣	١٤٫٢٩٢	٦٨	٤٢٫٢٥٤	١١٣	٧٠٫٢١٦	١٥٨	٩٨٫١٧٨	٢٠٣	١٢٦٫١٤١	٢٤٨	١٥٤٫١٠٣
٢٤	١٤٫٩١٣	٦٩	٤٢٫٨٧٥	١١٤	٧٠٫٨٣٨	١٥٩	٩٨٫٨٠٠	٢٠٤	١٢٦٫٧٦٢	٢٤٩	١٥٤٫٧٢٤
٢٥	١٥٫٥٣٥	٧٠	٤٣٫٤٩٧	١١٥	٧١٫٤٥٩	١٦	٩٩٫٤٢١	٢٠٥	١٢٧٫٣٨٣	٢٥٠	١٥٥٫٣٤٦
٢٦	١٦٫١٥٦	٧١	٤٤٫١١٨	١١٦	٧٢٫٠٨٠	١٦١	١ ٠٠٫٠٤٢	٢٠٦	١٢٨٫٠٠٥	٢٥١	١٥٥٫٩٦٧
٢٧	١٦٫٧٧٧	٧٢	٤٤٫٧٤٠	١١٧	٧٢٫٧٠٢	١٦٢	١٠٠٫٦٦٤	٢٠٧	١٢٨٫٦٢٦	٢٥٢	١٥٦٫٥٨٨
٢٨	١٧٫٣٩٩	٧٣	٤٥٫٣٦١	١١٨	٧٣٫٣٢٣	١٦٣	١٠١٫٢٨٥	٢٠٨	١٢٩٫٢٤٨	٢٥٣	١٥٧٫٢١٠
٢٩	١٨٫٠٢٠	٧٤	٤٥٫٩٨٢	١١٩	٧٣٫٩٤٤	١٦٤	١٠١٫٩ ٧	٢٠٩	١٢٩٫٨٦٩	٢٥٤	١٥٧٫٨٣١
٣٠	١٨٫٦٤١	٧٥	٤٦٫٦٠٤	١٢٠	٧٤٫٥٦٦	١٦٥	١٠٢٫٥٢٨	٢١٠	١٣٠٫٤٩٠	٢٥٥	١٥٨٫٤٥٢
٣١	١٩٫٢٦٣	٧٦	٤٧٫٢٢٥	١٢١	٧٥٫١٨٧	١٦٦	١٠٣٫١٤٩	٢١١	١٣١٫١١٢	٢٥٦	١٥٩٫ ٧٤
٣٢	١٩٫٨٨٤	٧٧	٤٧٫٨٤٦	١٢٢	٧٥٫٨٠٩	١٦٧	١٠٣٫٧٧١	٢١٢	١٣١٫٧٣٣	٢٥٧	١٥٩٫٦٩٥
٣٣	٢٠٫٥٠٦	٧٨	٤٨٫٤٦٨	١٢٣	٧٦٫٤٣٠	١٦٨	١٠٤٫٣٩٢	٢١٣	١٣٢٫٣٥٤		
٣٤	٢١٫١٢٧	٧٩	٤٩٫٠٨٩	١٢٤	٧٧٫٠٥١	١٦٩	١٠٥٫٠١٤	٢١٤	١٣٢٫٩٧٦		
٣٥	٢١٫٧٤٨	٨٠	٤٩٫٧١١	١٢٥	٧٧٫٦٧٣	١٧٠	١٠٥٫٦٣٥	٢١٥	١٣٣٫٥٩٧		
٣٦	٢٢٫٣٧٠	٨١	٥٠٫٣٣٢	١٢٦	٧٨٫٢٩٤	١٧١	١٠٦٫٢٥٦	٢١٦	١٣٤٫٢١٩		
٣٧	٢٢٫٩٩١	٨٢	٥٠٫٩٥٣	١٢٧	٧٨٫٩١٦	١٧٢	١٠٦٫٨٧٨	٢١٧	١٣٤٫٨٤٠		
٣٨	٢٣٫٦١٣	٨٣	٥١٫٥٧٥	١٢٨	٧٩٫٥٣٧	١٧٣	١٠٧٫٤٩٩	٢١٨	١٣٥٫٤٦١		
٣٩	٢٤٫٢٣٤	٨٤	٥٢٫١٩٦	١٢٩	٨٠٫١٥٨	١٧٤	١٠٨٫١٢١	٢١٩	١٣٦٫٠٨٣		
٤٠	٢٤٫٨٥٥	٨٥	٥٢٫٨١٨	١٣٠	٨٠٫٧٨٠	١٧٥	١٠٨٫٧٤٢	٢٢٠	١٣٦٫٧٠٤		
٤١	٢٥٫٤٧٧	٨٦	٥٣٫٤٣٩	١٣١	٨١٫٤٠١	١٧٦	١ ٩٫٣٦٣	٢٢١	١٣٧٫٣٢٦		
٤٢	٢٦٫٠٩٨	٨٧	٥٤٫٠٦٠	١٣٢	٨٢٫٠٢٢	١٧٧	١٠٩٫٩٨٥	٢٢٢	١٣٧٫٩٤٧		
٤٣	٢٦٫٧١٩	٨٨	٥٤٫٦٨٢	١٣٣	٨٢٫٦٤٤	١٧٨	١١٠٫٦ ٦	٢٢٣	١٣٨٫٥٦٨		
٤٤	٢٧٫٣٤١	٨٩	٥٥٫٣٠٣	١٣٤	٨٣٫٢٦٥	١٧٩	١١١٫٢٢٧	٢٢٤	١٣٩٫١٩٠		
٤٥	٢٧٫٩٦٢	٩٠	٥٥٫٩٢٤	١٣٥	٨٣٫٨٨٧	١٨٠	١١١٫٨٤٩	٢٢٥	١٣٩٫٨١١		

اجزاء نسبية

كيلومتر	ميل
٠٫١	٠٫٠٦٢
٠٫٢	٠٫١٢٤
٠٫٣	٠٫١٨٦
٠٫٤	٠٫٢٤٩
٠٫٥	٠٫٣١١
٠٫٦	٠٫٣٧٣
٠٫٧	٠٫٤٣٥
٠٫٨	٠٫٤٩٧
٠٫٩	٠٫٥٥٩
١٫٠	٠٫٦٢١

الكيلومتر = ٠٫٦٢١٣٨٢٤ ميل انكليزي

الجدول الرابع

لتحويل قدم فرنساوي الى قدم انكليزي

ف	انكليزي	ف	ا	ف	ا	ف	ا	ف	ا	ف	انكليزي
١	١٫٠٦٦	٤٦	٤٩٫٠٢٥	٩١	٩٦٫٩٨٥	١٣٦	١٤٤٫٩٤٤	١٨١	١٩٢٫٩٠٢	٢٢٦	٢٤ ٫٨٦٣
٢	٢٫١٣٣	٤٧	٥٠٫٠٩١	٩٢	٩٨٫٠٥٠	١٣٧	١٤٦٫٠١٠	١٨٢	١٩٣٫٩٦٩	٢٢٧	٢٤١٫٩٢٩
٣	٣٫١٩٧	٤٨	٥١٫١٥٧	٩٣	٩٩٫١١٦	١٣٨	١٤٧٫٠٧٦	١٨٣	١٩٥٫٠٣٥	٢٢٨	٢٤٢٫٩٩٥
٤	٤٫٢٦٣	٤٩	٥٢٫٢٢٢	٩٤	١٠ ٫١٨٣	١٣٩	١٤٨٫١٤١	١٨٤	١٩٦٫١٠١	٢٢٩	٢٤٤٫٠٦٠
٥	٥٫٣٢٩	٥٠	٥٣٫٢٨٨	٩٥	١٠١٫٢٤٨	١٤٠	١٤٩٫٢٠٧	١٨٥	١٩٧٫١٦٧	٢٣٠	٢٤٥٫١٢٦
٦	٦٫٣٩٥	٥١	٥٤٫٣٥٤	٩٦	١٠٢٫٣١٤	١٤١	١٥٠٫٢٧٣	١٨٦	١٩٨٫٢٣٢	٢٣١	٢٤٦٫١٩٢
٧	٧٫٤٦٠	٥٢	٥٥٫٤٢٠	٩٧	١٠٣٫٣٧٩	١٤٢	١٥١٫٣٣٩	١٨٧	١٩٩٫٢٩٨	٢٣٢	٢٤٧٫٢٥٨
٨	٨٫٥٢٦	٥٣	٥٦٫٤٨٦	٩٨	١٠٤٫٤٤٥	١٤٣	١٥٢٫٤٠٤	١٨٨	٢٠٠٫٣٦٤	٢٣٣	٢٤٨٫٣٢٣
٩	٩٫٥٩٢	٥٤	٥٧٫٥٥١	٩٩	١٠٥٫٥١١	١٤٤	١٥٣٫٤٧٠	١٨٩	٢٠١٫٤٣٠	٢٣٤	٢٤٩٫٣٨٩
١٠	١٠٫٦٥٨	٥٥	٥٨٫٦١٧	١٠٠	١٠٦٫٥٧٦	١٤٥	١٥٤٫٥٣٦	١٩	٢ ٢٫٤٩٥	٢٣٥	٢٥٠٫٤٥٥
١١	١١٫٧٢٣	٥٦	٥٩٫٦٨٣	١٠١	١٠٧٫٦٤٢	١٤٦	١٥٥٫٦٠٢	١٩١	٢ ٣٫٥٦١	٢٣٦	٢٥١٫٥٢١
١٢	١٢٫٧٨٩	٥٧	٦٠٫٧٤٩	١٠٢	١٠٨٫٧٠٨	١٤٧	١٥٦٫٦٦٧	١٩٢	٢٠٤٫٦٢٧	٢٣٧	٢٥٢٫٥٨٦
١٣	١٣٫٨٥٥	٥٨	٦١٫٨١٤	١٠٣	١٠٩٫٧٧٤	١٤٨	١٥٧٫٧٣٣	١٩٣	٢٠٥٫٦٩٣	٢٣٨	٢٥٣٫٦٥٢
١٤	١٤٫٩٢١	٥٩	٦٢٫٨٨٠	١٠٤	١١ ٫٨٤٠	١٤٩	١٥٨٫٧٩٩	١٩٤	٢ ٦٫٧٥٨	٢٣٩	٢٥٤٫٧١٨
١٥	١٥٫٩٨٦	٦٠	٦٣٫٩٤٦	١٠٥	١١١٫٩٠٥	١٥٠	١٥٩٫٨٦٥	١٩٥	٢٠٧٫٨٢٤	٢٤٠	٢٥٥٫٧٨٤
١٦	١٧٫٠٥٢	٦١	٦٥٫٠١٢	١٠٦	١١٢٫٩٧١	١٥١	١٦ ٫٩٣١	١٩٦	٢٠٨٫٨٩٠	٢٤١	٢٥٦٫٨٤٩
١٧	١٨٫١١٨	٦٢	٦٦٫٠٧٧	١٠٧	١١٤٫٠٣٧	١٥٢	١٦١٫٩٩٦	١٩٧	٢ ٩٫٩٥٦	٢٤٢	٢٥٧٫٩١٥
١٨	١٩٫١٨٤	٦٣	٦٧٫١٤٣	١٠٨	١١٥٫١٠٣	١٥٣	١٦٣٫٠٦٢	١٩٨	٢١١٫٠٢١	٢٤٣	٢٥٨٫٩٨١
١٩	٢٠٫٢٥٠	٦٤	٦٨٫٢٠٩	١٠٩	١١٦٫١٦٨	١٥٤	١٦٤٫١٢٨	١٩٩	٢١٢٫٠٨٧	٢٤٤	٢٦ ٫ ٤٧
٢٠	٢١٫٣١٥	٦٥	٦٩٫٢٧٥	١١٠	١١٧٫٢٣٤	١٥٥	١٦٥٫١٩٤	٢٠٠	٢١٣٫١٥٣	٢٤٥	٢٦١٫١١٣
٢١	٢٢٫٣٨١	٦٦	٧٠٫٣٤٠	١١١	١١٨٫٣٠٠	١٥٦	١٦٦٫٢٥٩	٢٠١	٢١٤٫٢١٩	٢٤٦	٢٦٢٫١٧٨
٢٢	٢٣٫٤٤٧	٦٧	٧١٫٤٠٧	١١٢	١١٩٫٣٦٦	١٥٧	١٦٧٫٣٢٥	٢٠٢	٢١٥٫٢٨٥	٢٤٧	٢٦٣٫٢٤٤
٢٣	٢٤٫٥١٣	٦٨	٧٢٫٤٧٢	١١٣	١٢ ٫٤٣١	١٥٨	١٦٨٫٣٩١	٢٠٣	٢١٦٫٣٥٠	٢٤٨	٢٦٤٫٣١٠
٢٤	٢٥٫٥٧٨	٦٩	٧٣٫٥٣٨	١١٤	١٢١٫٤٩٧	١٥٩	١٦٩٫٤٥٧	٢٠٤	٢١٧٫٤١٦	٢٤٩	٢٦٥٫٣٧٦
٢٥	٢٦٫٦٤٤	٧٠	٧٤٫٦٠٤	١١٥	١٢٢٫٥٦٣	١٦٠	١٧ ٫٥٢٢	٢٠٥	٢١٨٫٤٨٢	٢٥٠	٢٦٦٫٤٤١
٢٦	٢٧٫٧١٠	٧١	٧٥٫٦٦٩	١١٦	١٢٣٫٦٢٩	١٦١	١٧١٫٥٨٨	٢٠٦	٢١٩٫٥٤٨	٢٥١	٢٦٧٫٥ ٧
٢٧	٢٨٫٧٧٦	٧٢	٧٦٫٧٣٥	١١٧	١٢٤٫٦٩٥	١٦٢	١٧٢٫٦٥٤	٢٠٧	٢٢٠٫٦١٣	٢٥٢	٢٦٨٫٥٧٣
٢٨	٢٩٫٨٤١	٧٣	٧٧٫٨٠١	١١٨	١٢٥٫٧٦٠	١٦٣	١٧٣٫٧٢٠	٢٠٨	٢٢١٫٦٧٩	٢٥٣	٢٦٩٫٦٣٩
٢٩	٣٠٫٩٠٧	٧٤	٧٨٫٨٦٧	١١٩	١٢٦٫٨٢٦	١٦٤	١٧٤٫٧٨٥	٢٠٩	٢٢٢٫٧٤٥	٢٥٤	٢٧٠٫٧٠٤
٣٠	٣١٫٩٧٣	٧٥	٧٩٫٩٣٣	١٢٠	١٢٧٫٨٩٢	١٦٥	١٧٥٫٨٥١	٢١٠	٢٢٣٫٨١١	٢٥٥	٢٧١٫٧٧٠
٣١	٣٣٫٠٣٩	٧٦	٨٠٫٩٩٨	١٢١	١٢٨٫٩٥٨	١٦٦	١٧٦٫٩١٧	٢١١	٢٢٤٫٨٧٧	٢٥٦	٢٧٢٫٨٣٦
٣٢	٣٤٫١٠٤	٧٧	٨٢٫٠٦٤	١٢٢	١٣٠٫٠٢٣	١٦٧	١٧٧٫٩٨٣	٢١٢	٢٢٥٫٩٤٢	٢٥٧	٢٧٣٫٩٠٢
٣٣	٣٥٫١٧٠	٧٨	٨٣٫١٣٠	١٢٣	١٣١٫٠٨٩	١٦٨	١٧٩٫٠٤٩	٢١٣	٢٢٧٫٠٠٨		
٣٤	٣٦٫٢٣٦	٧٩	٨٤٫١٩٥	١٢٤	١٣٢٫١٥٥	١٦٩	١٨٠٫١١٤	٢١٤	٢٢٨٫٠٧٤		
٣٥	٣٧٫٣٠٢	٨٠	٨٥٫٢٦١	١٢٥	١٣٣٫٢٢١	١٧٠	١٨١٫١٨٠	٢١٥	٢٢٩٫١٤٠		
٣٦	٣٨٫٣٦٨	٨١	٨٦٫٣٢٧	١٢٦	١٣٤٫٢٨٦	١٧١	١٨٢٫٢٤٦	٢١٦	٢٣٠٫٢٠٥		
٣٧	٣٩٫٤٣٣	٨٢	٨٧٫٣٩٣	١٢٧	١٣٥٫٣٥٢	١٧٢	١٨٣٫٣١٢	٢١٧	٢٣١٫٢٧١		
٣٨	٤٠٫٤٩٩	٨٣	٨٨٫٤٥٨	١٢٨	١٣٦٫٤١٨	١٧٣	١٨٤٫٣٧٧	٢١٨	٢٣٢٫٣٣٧		
٣٩	٤١٫٥٦٥	٨٤	٨٩٫٥٢٤	١٢٩	١٣٧٫٤٨٤	١٧٤	١٨٥٫٤٤٣	٢١٩	٢٣٣٫٤٠٣		
٤٠	٤٢٫٦٣١	٨٥	٩٠٫٥٩٠	١٣٠	١٣٨٫٥٤٩	١٧٥	١٨٦٫٥ ٩	٢٢٠	٢٣٤٫٤٦٨		
٤١	٤٣٫٦٩٦	٨٦	٩١٫٦٥٦	١٣١	١٣٩٫٦١٥	١٧٦	١٨٧٫٥٧٥	٢٢١	٢٣٥٫٥٣٤		
٤٢	٤٤٫٧٦٢	٨٧	٩٢٫٧٢٢	١٣٢	١٤٠٫٦٨١	١٧٧	١٨٨٫٦٤	٢٢٢	٢٣٦٫٦٠٠		
٤٣	٤٥٫٨٢٨	٨٨	٩٣٫٧٨٧	١٣٣	١٤١٫٧٤٧	١٧٨	١٨٩٫٧٠٦	٢٢٣	٢٣٧٫٦٦٦		
٤٤	٤٦٫٨٩٤	٨٩	٩٤٫٨٥٣	١٣٤	١٤٢٫٨١٣	١٧٩	١٩٠٫٧٧٢	٢٢٤	٢٣٨٫٧٣١		
٤٥	٤٧٫٩٥٩	٩٠	٩٥٫٩١٩	١٣٥	١٤٣٫٨٧٨	١٨٠	١٩١٫٨٣٨	٢٢٥	٢٣٩٫٧٩٧		

اجزاء نسبية	
ف	انكليزي
٠٫١	٠٫١٠٧
٠٫٢	٠٫٢١٣
٠٫٣	٠٫٣٢٠
٠٫٤	٠٫٤٢٦
٠٫٥	٠٫٥٣٣
٠٫٦	٠٫٦٣٩
٠٫٧	٠٫٧٤٦
٠٫٨	٠٫٨٥٣
٠٫٩	٠٫٩٥٩
١٫٠	١٫٠٦٦

القدم الفرنساوي = ١٫٠٦٥٧٦٥ قدم انكليزي

الجدول الخامس

لمقابلة ترمومتر سنتيكراد بفهرنهيت

سنتيكراد	فهرنهيت	س	ف	س	ف	س	ف	اجزاء نسبية سنتيكراد	اجزاء نسبية فهرنهيت
°	°	°	°	°	°	°	°		
١٠٠	٢١٢٫٠	٥٠	١٢٢٫٠	٢٥	٧٧٫٠	٠	+٣٢٫٠		
٩٩	٢١٠٫٢	٤٩٫٥	١٢١٫١	٢٤٫٥	٧٦٫١	—١	٣٠٫٢	٠	٠
٩٨	٢٠٨٫٤	٤٩	١٢٠٫٢	٢٤	٧٥٫٢	—٢	٢٨٫٤	٠٫١	٠٫١٨
٩٧	٢٠٦٫٦	٤٨٫٥	١١٩٫٣	٢٣٫٥	٧٤٫٣	—٣	٢٦٫٦	٠٫٢	٠٫٣٦
٩٦	٢٠٤٫٨	٤٨	١١٨٫٤	٢٣	٧٣٫٤	—٤	٢٤٫٨	٠٫٣	٠٫٥٤
٩٥	٢٠٣٫٠	٤٧٫٥	١١٧٫٥	٢٢٫٥	٧٢٫٥	—٥	٢٣٫٠	٠٫٤	٠٫٧٢
٩٤	٢٠١٫٢	٤٧	١١٦٫٦	٢٢	٧١٫٦	—٦	٢١٫٢	٠٫٥	٠٫٩٠
٩٣	١٩٩٫٤	٤٦٫٥	١١٥٫٧	٢١٫٥	٧٠٫٧	—٧	١٩٫٤	٠٫٦	١٫٠٨
٩٢	١٩٧٫٦	٤٦	١١٤٫٨	٢١	٦٩٫٨	—٨	١٧٫٦	٠٫٧	١٫٢٦
٩١	١٩٥٫٨	٤٥٫٥	١١٣٫٩	٢٠٫٥	٦٨٫٩	—٩	١٥٫٨	٠٫٨	١٫٤٤
٩٠	١٩٤٫٠	٤٥	١١٣٫٠	٢٠	٦٨٫٠	—١٠	١٤٫٠	٠٫٩	١٫٦٢
٨٩	١٩٢٫٢	٤٤٫٥	١١٢٫١	١٩٫٥	٦٧٫١	—١١	١٢٫٢	١٫٠	١٫٨٠
٨٨	١٩٠٫٤	٤٤	١١١٫٢	١٩	٦٦٫٢	—١٢	١٠٫٤		
٨٧	١٨٨٫٦	٤٣٫٥	١١٠٫٣	١٨٫٥	٦٥٫٣	—١٣	٨٫٦		
٨٦	١٨٦٫٨	٤٣	١٠٩٫٤	١٨	٦٤٫٤	—١٤	٦٫٨		
٨٥	١٨٥٫٠	٤٢٫٥	١٠٨٫٥	١٧٫٥	٦٣٫٥	—١٥	٥٫٠		
٨٤	١٨٣٫٢	٤٢	١٠٧٫٦	١٧	٦٢٫٦	—١٦	٣٫٢		
٨٣	١٨١٫٤	٤١٫٥	١٠٦٫٧	١٦٫٥	٦١٫٧	—١٧	+ ١٫٤		
٨٢	١٧٩٫٦	٤١	١٠٥٫٨	١٦	٦٠٫٨	—١٨	— ٫٤		
٨١	١٧٧٫٨	٤٠٫٥	١٠٤٫٩	١٥٫٥	٥٩٫٩	—١٩	— ٢٫٢		
٨٠	١٧٦٫٠	٤٠	١٠٤٫٠	١٥	٥٩٫٠	—٢٠	— ٤٫٠		
٧٩	١٧٤٫٢	٣٩٫٥	١٠٣٫١	١٤٫٥	٥٨٫١	—٢١	— ٥٫٨		
٧٨	١٧٢٫٤	٣٩	١٠٢٫٢	١٤	٥٧٫٢	—٢٢	— ٧٫٦		
٧٧	١٧٠٫٦	٣٨٫٥	١٠١٫٣	١٣٫٥	٥٦٫٣	—٢٣	— ٩٫٤		
٧٦	١٦٨٫٨	٣٨	١٠٠٫٤	١٣	٥٥٫٤	—٢٤	—١١٫٢		
٧٥	١٦٧٫٠	٣٧٫٥	٩٩٫٥	١٢٫٥	٥٤٫٥	—٢٥	—١٣٫٠		
٧٤	١٦٥٫٢	٣٧	٩٨٫٦	١٢	٥٣٫٦	—٢٦	—١٤٫٨		
٧٣	١٦٣٫٤	٣٦٫٥	٩٧٫٧	١١٫٥	٥٢٫٧	—٢٧	—١٦٫٦		
٧٢	١٦١٫٦	٣٦	٩٦٫٨	١١	٥١٫٨	—٢٨	—١٨٫٤		
٧١	١٥٩٫٨	٣٥٫٥	٩٥٫٩	١٠٫٥	٥٠٫٩	—٢٩	—٢٠٫٢		
٧٠	١٥٨٫٠	٣٥	٩٥٫٠	١٠	٥٠٫٠	—٣٠	—٢٢٫٠		
٦٩	١٥٦٫٢	٣٤٫٥	٩٤٫١	٩٫٥	٤٩٫١	—٣١	—٢٣٫٨		
٦٨	١٥٤٫٤	٣٤	٩٣٫٢	٩	٤٨٫٢	—٣٢	—٢٥٫٦		
٦٧	١٥٢٫٦	٣٣٫٥	٩٢٫٣	٨٫٥	٤٧٫٣	—٣٣	—٢٧٫٤		
٦٦	١٥٠٫٨	٣٣	٩١٫٤	٨	٤٦٫٤	—٣٤	—٢٩٫٢		
٦٥	١٤٩٫٠	٣٢٫٥	٩٠٫٥	٧٫٥	٤٥٫٥	—٣٥	—٣١٫٠		
٦٤	١٤٧٫٢	٣٢	٨٩٫٦	٧	٤٤٫٦	—٣٦	—٣٢٫٨		
٦٣	١٤٥٫٤	٣١٫٥	٨٨٫٧	٦٫٥	٤٣٫٧	—٣٧	—٣٤٫٦		
٦٢	١٤٣٫٦	٣١	٨٧٫٨	٦	٤٢٫٨	—٣٨	—٣٦٫٤		
٦١	١٤١٫٨	٣٠٫٥	٨٦٫٩	٥٫٥	٤١٫٩	—٣٩	—٣٨٫٢		
٦٠	١٤٠٫٠	٣٠	٨٦٫٠	٥	٤١٫٠	—٤٠	—٤٠٫٠		
٥٩	١٣٨٫٢	٢٩٫٥	٨٥٫١	٤٫٥	٤٠٫١	—٤١	—٤١٫٨		
٥٨	١٣٦٫٤	٢٩	٨٤٫٢	٤	٣٩٫٢	—٤٢	—٤٣٫٦		
٥٧	١٣٤٫٦	٢٨٫٥	٨٣٫٣	٣٫٥	٣٨٫٣	—٤٣	—٤٥٫٤		
٥٦	١٣٢٫٨	٢٨	٨٢٫٤	٣	٣٧٫٤	—٤٤	—٤٧٫٢		
٥٥	١٣١٫٠	٢٧٫٥	٨١٫٥	٢٫٥	٣٦٫٥	—٤٥	—٤٩٫٠		
٥٤	١٢٩٫٢	٢٧	٨٠٫٦	٢	٣٥٫٦	—٤٦	—٥٠٫٨		
٥٣	١٢٧٫٤	٢٦٫٥	٧٩٫٧	١٫٥	٣٤٫٧	—٤٧	—٥٢٫٦		
٥٢	١٢٥٫٦	٢٦	٧٨٫٨	١	٣٣٫٨	—٤٨	—٥٤٫٤		
٥١	١٢٣٫٨	٢٥٫٥	٧٧٫٩	٠٫٥	٣٢٫٩	—٤٩	—٥٦٫٢		

(ف° = ٩/٥ سنتيكراد° + ٣٢°)

الجدول السادس

لمقابلة ثرمومتر رومر بثرمومتر فهرنهيت

رومر	فهرنهيت	رومر	فهرنهيت	رومر	فهرنهيت	رومر	فهرنهيت
°	°	°	°	°	°	°	°
٨٠	٢١٢٫٠	٤٠	١٢٢٫٠٠	٢٠	٧٧٫٠٠		+٣٢٫٠
٧٩	٢٠٩٫٧٥	٣٩٫٥	١٢٠٫٨٧	١٩٫٥	٧٥٫٨٧	−١	+٢٩٫٧٥
٧٨	٢٠٧٫٥	٣٩	١١٩٫٧٥	١٩	٧٤٫٧٥	−٢	+٢٧٫٥
٧٧	٢٠٥٫٢٥	٣٨٫٥	١١٨٫٦٢	١٨٫٥	٧٣٫٦٢	−٣	+٢٥٫٢٥
٧٦	٢٠٣٫٠	٣٨	١١٧٫٥٠	١٨	٧٢٫٥	−٤	+٢٣٫٠
٧٥	٢٠٠٫٧٥	٣٧٫٥	١١٦٫٣٧	١١٫٥	٧١٫٣٧	−٥	+٢٠٫٧٥
٧٤	١٩٨٫٥	٣٧	١١٥٫٢٥	١٧	٧٠٫٢٥	−٦	+١٨٫٥
٧٣	١٩٦٫٢٥	٣٦٫٥	١١٤٫١٢	١٦٫٥	٦٩٫١٢	−٧	+١٦٫٢٥
٧٢	١٩٤٫٠	٣٦	١١٣٫٠٠	١٦	٦٨٫٠٠	−٨	+١٤٫٠
٧١	١٩١٫٧٥	٣٥٫٥	١١١٫٨٧	١٥٫٥	٦٦٫٨٧	−٩	+١١٫٧٥
٧٠	١٨٩٫٥	٣٥	١١٠٫٧٥	١٥	٦٥٫٧٥	−١٠	+٩٫٥
٦٩	١٨٧٫٢٥	٣٤٫٥	١٠٩٫٦٢	١٤٫٥	٦٤٫٦٢	−١١	+٧٫٢٥
٦٨	١٨٥٫٠	٣٤	١٠٨٫٥٠	١٤	٦٣٫٥	−١٢	+٥٫٠
٦٧	١٨٢٫٧٥	٣٣٫٥	١٠٧٫٣٧	١٣٫٥	٦٢٫٣٧	−١٣	+٢٫٧٥
٦٦	١٨٠٫٥	٣٣	١٠٦٫٢٥	١٣	٦١٫٢٥	−١٤	+٠٫٥
٦٥	١٧٨٫٢٥	٣٢٫٥	١٠٥٫١٢	١٢٫٥	٦٠٫١٢	−١٥	−١٫٧٥
٦٤	١٧٦٫٠	٣٢	١٠٤٫٠	١٢	٥٩٫٠	−١٦	−٤٫٠
٦٣	١٧٣٫٧٥	٣١٫٥	١٠٢٫٨٧	١١٫٥	٥٧٫٨٧	−١٧	−٦٫٢٥
٦٢	١٧١٫٥	٣١	١٠١٫٧٥	١١	٥٦٫٧٥	−١٨	−٨٫٥
٦١	١٦٩٫٢٥	٣٠٫٥	١٠٠٫٦٢	١٠٫٥	٥٥٫٦٢	−١٩	−١٠٫٧٥
٦٠	١٦٧٫٠	٣٠	٩٩٫٥	١٠	٥٤٫٥	−٢٠	−١٣٫٠
٥٩	١٦٤٫٧٥	٢٩٫٥	٩٨٫٣٧	٩٫٥	٥٣٫٣٧	−٢١	−١٥٫٢٥
٥٨	١٦٢٫٥	٢٩	٩٧٫٢٥	٩	٥٢٫٢٥	−٢٢	−١٧٫٥
٥٧	١٦٠٫٢٥	٢٨٫٥	٩٦٫١٢	٨٫٥	٥١٫١٢	−٢٣	−١٩٫٧٥
٥٦	١٥٨٫٠	٢٨	٩٥٫٠٠	٨	٥٠٫٠٠	−٢٤	−٢٢٫٠
٥٥	١٥٥٫٧٥	٢٧٫٥	٩٣٫٨٧	٧٫٥	٤٨٫٨٧	−٢٥	−٢٤٫٢٥
٥٤	١٥٣٫٥	٢٧	٩٢٫٧٥	٧	٤٧٫٧٥	−٢٦	−٢٦٫٥
٥٣	١٥١٫٢٥	٢٦٫٥	٩١٫٦٢	٦٫٥	٤٦٫٦٢	−٢٧	−٢٨٫٧٥
٥٢	١٤٩٫٠	٢٦	٩٠٫٥٠	٦	٤٥٫٥٠	−٢٨	−٣١٫٠
٥١	١٤٦٫٧٥	٢٥٫٥	٨٩٫٣٧	٥٫٥	٤٤٫٣٧	−٢٩	−٣٣٫٢٥
٥٠	١٤٤٫٥	٢٥	٨٨٫٢٥	٥	٤٣٫٢٥	−٣٠	−٣٥٫٥
٤٩	١٤٢٫٢٥	٢٤٫٥	٨٧٫١٢	٤٫٥	٤٢٫١٢	−٣١	−٣٧٫٧٥
٤٨	١٤٠٫٠	٢٤	٨٦٫٠٠	٤	٤١٫٠٠	−٣٢	−٤٠٫٠
٤٧	١٣٧٫٧٥	٢٣٫٥	٨٤٫٨٧	٣٫٥	٣٩٫٨٧	−٣٣	−٤٢٫٢٥
٤٦	١٣٥٫٥	٢٣	٨٣٫٧٥	٣	٣٨٫٧٥	−٣٤	−٤٤٫٥
٤٥	١٣٣٫٢٥	٢٢٫٥	٨٢٫٦٢	٢٫٥	٣٧٫٦٢	−٣٥	−٤٦٫٧٥
٤٤	١٣١٫٠	٢٢	٨١٫٥٠	٢	٣٦٫٥٠	−٣٦	−٤٩٫٠
٤٣	١٢٨٫٧٥	٢١٫٥	٨٠٫٣٧	١٫٥	٣٥٫٣٧	−٣٧	−٥١٫٢٥
٤٢	١٢٦٫٥	٢١	٧٩٫٢٥	١	٣٤٫٢٥	−٣٨	−٥٣٫٥٠
٤١	١٢٤٫٢٥	٢٠٫٥	٧٨٫١٢	٠٫٥	٣٣٫١٢	−٣٩	−٥٥٫٧٥
٤٠	١٢٢٫٠	٢٠	٧٧٫٠٠	٠	٣٢٫٠٠	−٤٠	−٥٨٫٠

اجزاء نسبية

رومر	٠٫١°	٠٫٢°	٠٫٣°	٠٫٤°	٠٫٥°	٠٫٦°	٠٫٧°	٠٫٨°	٠٫٩°	١٫٠°
فهرنهيت	٠٫٢٢	٠٫٤٥	٠٫٦٧	٠٫٩٠	١٫١٢	١٫٣٥	١٫٥٧	١٫٨٠	٢٫٠٢	٢٫٢٥

ك° رومر = (٣٢° + ٩/٤ ك°) فهرنهيت

الجدول السابع

ارتفاع عمود من الهواء موافق لعشر القيراط في البارومتر

بارومتر	°٤٠	°٤٥	°٥٠	°٥٥	°٦٠	°٦٥	°٧٠	°٧٥	°٨٠	°٨٥	°٩٠
قيراط	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم
٢٢٫٠	١٢١٫٥	١٢٢٫٨	١٢٤٫٣	١٢٥٫٥	١٢٦٫٨	١٢٨٫٣	١٢٩٫٥	١٣٠٫٨	١٣٢٫١	١٣٣٫٥	١٣٤٫٨
٫٢	١٢٠٫٤	١٢١٫٧	١٢٣٫١	١٢٤٫٤	١٢٥٫٧	١٢٧٫٠	١٢٨٫٣	١٢٩٫٦	١٣٠٫٩	١٣٢٫٣	١٣٣٫٦
٫٤	١١٩٫٣	١٢٠٫٦	١٢١٫٩	١٢٣٫٣	١٢٤٫٦	١٢٥٫٩	١٢٧٫٣	١٢٨٫٥	١٢٩٫٨	١٣١٫١	١٣٢٫٤
٫٦	١١٨٫٣	١١٩٫٥	١٢٠٫٨	١٢٢٫١	١٢٣٫٤	١٢٤٫٧	١٢٦٫٠	١٢٧٫٣	١٢٨٫٦	١٢٩٫٩	١٣١٫٣
٫٨	١١٧٫٣	١١٨٫٥	١١٩٫٨	١٢١٫١	١٢٢٫٣	١٢٣٫٦	١٢٤٫٩	١٢٦٫٣	١٢٧٫٥	١٢٨٫٨	١٣٠٫٠
٢٣٫٠	١١٦٫٣	١١٧٫٥	١١٨٫٧	١٢٠٫٠	١٢١٫٣	١٢٢٫٦	١٢٣٫٨	١٢٥٫١	١٢٦٫٤	١٢٧٫٦	١٢٩٫٩
٫٢	١١٥٫٣	١١٦٫٥	١١٧٫٧	١١٩٫٠	١٢٠٫٣	١٢١٫٥	١٢٢٫٧	١٢٤٫٠	١٢٥٫٣	١٢٦٫٥	١٢٧٫٨
٫٤	١١٤٫٣	١١٥٫٥	١١٦٫٧	١١٨٫٠	١١٩٫٣	١٢٠٫٥	١٢١٫٧	١٢٣٫٠	١٢٤٫٣	١٢٥٫٤	١٢٦٫٧
٫٦	١١٣٫٣	١١٤٫٤	١١٥٫٧	١١٦٫٩	١١٨٫١	١١٩٫٤	١٢٠٫٦	١٢١٫٨	١٢٣٫١	١٢٤٫٣	١٢٥٫٥
٫٨	١١٢٫٣	١١٣٫٥	١١٤٫٨	١١٦٫٠	١١٧٫٣	١١٨٫٤	١١٩٫٧	١٢ ٫٩	١٢٢٫١	١٢٣٫٣	١٢٤٫٦
٢٤٫٠	١١١٫٤	١١٢٫٦	١١٣٫٨	١١٥٫٠	١١٦٫٣	١١٧٫٤	[illegible]٦	١١٩٫٩	١٢١٫١	١٢٢٫٣	١٢٣٫٥
٫٢	١١٠٫٥	١١١٫٧	١١٢٫٩	١١٤٫١	١١٥٫٣	١١٦٫٥	١١٧٫٧	١١٨٫٩	١٢٠٫١	١٢١٫٣	١٢٢٫٥
٫٤	١٠٩٫٥	١١٠٫٧	١١١٫٩	١١٣٫١	١١٤٫٣	١١٥٫٥	١١٦٫٧	١١٧٫٩	١١٩٫١	١٢٠٫٣	١٢١٫٥
٫٦	١٠٨٫٦	١٠٩٫٨	١١١٫٠	١١٢٫٣	١١٣٫٤	١١٤٫٦	١١٥٫٨	١١٦٫٩	١١٨٫١	١١٩٫٣	١٢٠٫٥
٫٨	١٠٧٫٨	١٠٨٫٩	١١٠٫١	١١١٫٣	١١٢٫٥	١١٣٫٧	١١٤٫٨	١١٦٫٠	١١٧٫٣	١١٨٫٤	١١٩٫٥
٢٥٫٠	١٠٦٫٩	١٠٨٫١	١٠٩٫٣	١١٠٫٤	١١١٫٦	١١٢٫٧	١١٣٫٩	١١٥٫١	١١٦٫٣	١١٧٫٤	١١٨٫٦
٫٢	١٠٦٫٠	١٠٧٫٣	١٠٨٫٤	١٠٩٫٥	١١٠٫٧	١١١٫٨	١١٣٫٠	١١٤٫١	١١٥٫٣	١١٦٫٥	١١٧٫٦
٫٤	١٠٥٫٣	١٠٦٫٤	١٠٧٫٥	١٠٨٫٧	١٠٩٫٨	١١١٫	١١٢٫١	١١٣٫٣	١١٤٫٤	١١٥٫٦	١١٦٫٧
٫٦	١٠٤٫٤	١٠٥٫٥	١٠٦٫٧	١٠٧٫٨	١٠٨٫٩	١١ ٫١	١١١٫٣	١١٢٫٤	١١٣٫٥	١١٤٫٦	١١٥٫٨
٫٨	١٠٣٫٦	١٠٤٫٧	١٠٥٫٨	١٠٧٫٠	١٠٨٫١	١٠٩٫٣	١١٠٫٤	١١١٫٥	١١٢٫٦	١١٣٫٨	١١٤٫٩
٢٦٫٠	١٠٢٫٨	١٠٣٫٩	١٠٥٫٠	١٠٦٫١	١٠٧٫٣	١٠٨٫٤	١٠٩٫٥	١١٠٫٦	١١١٫٨	١١٢٫٩	١١٤٫٠
٫٢	١٠٢٫	١٠٣٫١	١٠٤٫٣	١٠٥٫٣	١٠٦٫٥	١٠٧٫٦	١٠٨٫٧	١٠٩٫٨	١١٠٫٩	١١٢٫٠	١١٣٫١
٫٤	١٠١٫٣	١٠٢٫٣	١٠٣٫٤	١٠٤٫٦	١٠٥٫٧	١٠٦٫٨	١٠٧٫٩	١ ٩٫٠	١١٠٫١	١١١٫٣	١١٢٫٣
٫٦	١٠٠٫٥	١٠١٫٦	١٠٢٫٧	١٠٣٫٨	١٠٤٫٩	١٠٦٫٠	١٠٧٫١	١ ٨٫٣	١٠٩٫٣	١١٠٫٤	١١١٫٤
٫٨	٩٩٫٧	١٠٠٫٨	١٠١٫٩	١٠٣٫	١٠٤٫١	١٠٥٫٣	١٠٦٫٣	١ ٧٫٤	١٠٨٫٥	١٠٩٫٥	١١٠٫٦
٢٧٫٠	٩٩٫٠	١٠٠٫١	١٠١٫٣	١٠٢٫٣	١٠٣٫٣	١٠٤٫٤	١٠٥٫٥	١٠٦٫٦	١٠٧٫٦	١٠٨٫٧	١٠٩٫٨
٫٢	٩٨٫٣	٩٩٫٣	١٠٠٫٤	١٠١٫٥	١٠٢٫٦	٠٣٫٦	١٠٤٫٧	١ ٥٫٨	١٠٦٫٨	١٠٧٫٩	١٠٩٫٠
٫٤	٩٧٫٥	٩٨٫٦	٩٩٫٧	١٠٠٫٧	١٠١٫٨	١٠٢٫٩	١٠٣٫٩	١٠٥٫٠	١٠٦٫١	١٠٧٫١	١٠٨٫٣
٫٦	٩٦٫٨	٩٧٫٩	٩٨٫٩	١٠٠٫٠	١٠١٫١	١٠٢٫١	١٠٣٫٣	١٠٤٫٣	١٠٥٫٣	١٠٦٫٣	٠٧٫٤
٫٨	٩٦٫١	٩٧٫٣	٩٨٫٣	٩٩٫٣	١٠٠٫٣	١٠١٫٤	١٠٢٫٤	١ ٣٫٥	١٠٤٫٥	١٠٥٫٦	١٠٦٫٦
٢٨٫٠	٩٥٫٤	٩٦٫٥	٩٧٫٥	٩٨٫٦	٩٩٫٦	١٠٠٫٦	١٠١٫٧	١٠٢٫٧	١٠٣٫٨	١٠٤٫٨	١٠٥٫٩
٫٢	٩٤٫٨	٩٥٫٨	٩٦٫٨	٩٧٫٩	٩٨٫٩	٩٩٫٩	١٠١٫٠	١٠٢٫٠	١٠٣٫	١٠٤٫١	١٠٥٫١
٫٤	٩٤٫١	٩٥٫١	٩٦٫١	٩٧٫٣	٩٨٫٣	٩٩٫٣	١٠٠٫٣	١٠١٫٣	١٠٢٫٣	١٠٣٫٣	١٠٤٫٣
٫٦	٩٣٫٤	٩٤٫٤	٩٥٫٥	٩٦٫٥	٩٧٫٥	٩٨٫٥	٩٩٫٥	١٠٠٫٦	١٠١٫٦	١٠٢٫٦	١٠٣٫٦
٫٨	٩٢٫٨	٩٣ ٨	٩٤٫٨	٩٥٫٨	٩٦٫٨	٩٧٫٨	٩٨٫٨	٩٩٫٨	١٠٠٫٨	١٠١٫٨	١٠٢٫٨
٢٩٫٠	٩٢٫١	٩٣٫١	٩٤٫١	٩٥٫١	٩٦٫٣	٩٧٫٣	٩٨٫٣	٩٩٫٣	١٠٠٫٣	١٠١٫٣	١٠٢٫٣
٫٢	٩١٫٥	٩٢٫٥	٩٣٫٥	٩٤٫٥	٩٥٫٥	٩٦٫٥	٩٧٫٥	٩٨٫٥	٩٩٫٥	١٠٠٫٥	١٠١٫٥
٫٤	٩٠٫٩	٩١٫٩	٩٢٫٩	٩٣٫٩	٩٤٫٨	٩٥٫٨	٩٦٫٨	٩٧٫٨	٩٨٫٨	٩٩٫٨	١٠٠٫٨
٫٦	٩٠٫٣	٩١٫٣	٩٢٫٣	٩٣٫٣	٩٤٫٣	٩٥٫٣	٩٦٫٣	٩٧٫٣	٩٨٫٣	٩٩٫١	١٠٠٫١
٫٨	٨٩٫٧	٩٠٫٦	٩١٫٦	٩٢٫٦	٩٣٫٦	٩٤٫٥	٩٥٫٥	٩٦٫٥	٩٧٫٥	٩٨٫٥	٩٩٫٤
٣٠٫٠	٨٩٫١	٩٠٫٠	٩١٫٠	٩٢٫٠	٩٢٫٩	٩٣٫٩	٩٤٫٩	٩٥٫٩	٩٦٫٨	٩٧٫٨	٩٨٫٨
٫٢	٨٨٫٥	٨٩٫٤	٩٠٫٤	٩١٫٤	٩٢٫٣	٩٣٫٣	٩٤٫٣	٩٥٫٣	٩٦٫٣	٩٧٫٣	٩٨٫١
٫٤	٨٧٫٩	٨٨٫٨	٨٩٫٨	٩٠٫٨	٩١٫٧	٩٢٫٧	٩٣٫٦	٩٤٫٦	٩٥٫٦	٩٦٫٥	٩٧٫٥
٫٦	٨٧٫٣	٨٨٫٣	٨٩٫٣	٩٠٫٣	٩١٫١	٩٢٫١	٩٣٫٠	٩٤٫٠	٩٥٫٠	٩٥٫٩	٩٦٫٨
٫٨	٨٦٫٧	٨٧٫٦	٨٨٫٦	٨٩٫٦	٩٠٫٥	٩١٫٥	٩٢٫٤	٩٣٫٤	٩٤٫٣	٩٥٫٣	٩٦٫٣

الجدول الثامن

لتحويل رصود البارومتر الى درجة الجليد

الحرارة	٢٧	٢٧٫٥	٢٨	٢٨٫٥	٢٩	٢٩٫٥	٣٠	٣٠٫٥	٣١	الحرارة
°										°
٠	+٠٫٠٦٩	٠٫٠٧١	٠٫٠٧٢	٠٫٠٧٣	٠٫٠٧٤	٠٫٠٧٦	٠٫٠٧٧	٠٫٠٧٨	٠٫٠٨٠	٠
١	٠٫٠٦٧	٠٫٠٦٨	٠٫٠٦٩	٠٫٠٧١	٠٫٠٧٢	٠٫٠٧٣	٠٫٠٧٤	٠٫٠٧٦	٠٫٠٧٧	١
٢	٠٫٠٦٤	٠٫٠٦٦	٠٫٠٦٧	٠٫٠٦٨	٠٫٠٦٩	٠٫٠٧٠	٠٫٠٧٢	٠٫٠٧٣	٠٫٠٧٤	٢
٣	٠٫٠٦٢	٠٫٠٦٣	٠٫٠٦٤	٠٫٠٦٥	٠٫٠٦٧	٠٫٠٦٨	٠٫٠٦٩	٠٫٠٧٠	٠٫٠٧١	٣
٤	٠٫٠٥٩	٠٫٠٦١	٠٫٠٦٢	٠٫٠٦٣	٠٫٠٦٤	٠٫٠٦٥	٠٫٠٦٦	٠٫٠٦٧	٠٫٠٦٨	٤
٥	٠٫٠٥٧	٠٫٠٥٨	٠٫٠٥٩	٠٫٠٦٠	٠٫٠٦١	٠٫٠٦٢	٠٫٠٦٣	٠٫٠٦٥	٠٫٠٦٦	٥
٦	+٠٫٠٥٥	٠٫٠٥٦	٠٫٠٥٧	٠٫٠٥٨	٠٫٠٥٩	٠٫٠٦٠	٠٫٠٦١	٠٫٠٦٢	٠٫٠٦٣	٦
٧	٠٫٠٥٢	٠٫٠٥٣	٠٫٠٥٤	٠٫٠٥٥	٠٫٠٥٦	٠٫٠٥٧	٠٫٠٥٨	٠٫٠٥٩	٠٫٠٦٠	٧
٨	٠٫٠٥٠	٠٫٠٥١	٠٫٠٥٢	٠٫٠٥٣	٠٫٠٥٤	٠٫٠٥٤	٠٫٠٥٥	٠٫٠٥٦	٠٫٠٥٧	٨
٩	٠٫٠٤٧	٠٫٠٤٨	٠٫٠٤٩	٠٫٠٥٠	٠٫٠٥١	٠٫٠٥٢	٠٫٠٥٣	٠٫٠٥٤	٠٫٠٥٤	٩
١٠	٠٫٠٤٥	٠٫٠٤٦	٠٫٠٤٧	٠٫٠٤٧	٠٫٠٤٨	٠٫٠٤٩	٠٫٠٥٠	٠٫٠٥١	٠٫٠٥٢	١٠
١١	+٠٫٠٤٢	٠٫٠٤٣	٠٫٠٤٤	٠٫٠٤٥	٠٫٠٤٦	٠٫٠٤٦	٠٫٠٤٧	٠٫٠٤٨	٠٫٠٤٩	١١
١٢	٠٫٠٤٠	٠٫٠٤١	٠٫٠٤٢	٠٫٠٤٢	٠٫٠٤٣	٠٫٠٤٤	٠٫٠٤٥	٠٫٠٤٥	٠٫٠٤٦	١٢
١٣	٠٫٠٣٨	٠٫٠٣٨	٠٫٠٣٩	٠٫٠٤٠	٠٫٠٤٠	٠٫٠٤١	٠٫٠٤٢	٠٫٠٤٣	٠٫٠٤٣	١٣
١٤	٠٫٠٣٥	٠٫٠٣٦	٠٫٠٣٧	٠٫٠٣٧	٠٫٠٣٨	٠٫٠٣٨	٠٫٠٣٩	٠٫٠٤٠	٠٫٠٤٠	١٤
١٥	٠٫٠٣٣	٠٫٠٣٣	٠٫٠٣٤	٠٫٠٣٥	٠٫٠٣٥	٠٫٠٣٦	٠٫٠٣٦	٠٫٠٣٧	٠٫٠٣٨	١٥
١٦	+٠٫٠٣٠	٠٫٠٣١	٠٫٠٣٢	٠٫٠٣٢	٠٫٠٣٣	٠٫٠٣٣	٠٫٠٣٤	٠٫٠٣٤	٠٫٠٣٥	١٦
١٧	٠٫٠٢٨	٠٫٠٢٨	٠٫٠٢٩	٠٫٠٣٠	٠٫٠٣٠	٠٫٠٣١	٠٫٠٣١	٠٫٠٣٢	٠٫٠٣٢	١٧
١٨	٠٫٠٢٥	٠٫٠٢٦	٠٫٠٢٦	٠٫٠٢٧	٠٫٠٢٧	٠٫٠٢٨	٠٫٠٢٨	٠٫٠٢٩	٠٫٠٢٩	١٨
١٩	٠٫٠٢٣	٠٫٠٢٤	٠٫٠٢٤	٠٫٠٢٤	٠٫٠٢٥	٠٫٠٢٥	٠٫٠٢٦	٠٫٠٢٦	٠٫٠٢٧	١٩
٢٠	٠٫٠٢١	٠٫٠٢١	٠٫٠٢١	٠٫٠٢٢	٠٫٠٢٢	٠٫٠٢٣	٠٫٠٢٣	٠٫٠٢٣	٠٫٠٢٤	٢٠
٢١	+٠٫٠١٨	٠٫٠١٩	٠٫٠١٩	٠٫٠١٩	٠٫٠٢٠	٠٫٠٢٠	٠٫٠٢٠	٠٫٠٢١	٠٫٠٢١	٢١
٢٢	٠٫٠١٦	٠٫٠١٦	٠٫٠١٦	٠٫٠١٧	٠٫٠١٧	٠٫٠١٧	٠٫٠١٨	٠٫٠١٨	٠٫٠١٨	٢٢
٢٣	٠٫٠١٣	٠٫٠١٤	٠٫٠١٤	٠٫٠١٤	٠٫٠١٤	٠٫٠١٥	٠٫٠١٥	٠٫٠١٥	٠٫٠١٥	٢٣
٢٤	٠٫٠١١	٠٫٠١١	٠٫٠١١	٠٫٠١٢	٠٫٠١٢	٠٫٠١٢	٠٫٠١٢	٠٫٠١٢	٠٫٠١٣	٢٤
٢٥	٠٫٠٠٩	٠٫٠٠٩	٠٫٠٠٩	٠٫٠٠٩	٠٫٠٠٩	٠٫٠٠٩	٠٫٠٠٩	٠٫٠١٠	٠٫٠١٠	٢٥
٢٦	+٠٫٠٠٦	٠٫٠٠٦	٠٫٠٠٦	٠٫٠٠٦	٠٫٠٠٧	٠٫٠٠٧	٠٫٠٠٧	٠٫٠٠٧	٠٫٠٠٧	٢٦
٢٧	+٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٢٧
٢٨	+٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٢٨
٢٩	−٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٠٫٠٠١	٢٩
٣٠	−٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٠٫٠٠٤	٣٠
٣١	−٠٫٠٠٦	٠٫٠٠٦	٠٫٠٠٦	٠٫٠٠٦	٠٫٠٠٧	٠٫٠٠٧	٠٫٠٠٧	٠٫٠٠٧	٠٫٠٠٧	٣١
٣٢	٠٫٠٠٨	٠٫٠٠٩	٠٫٠٠٩	٠٫٠٠٩	٠٫٠٠٩	٠٫٠٠٩	٠٫٠٠٩	٠٫٠١٠	٠٫٠١٠	٣٢
٣٣	٠٫٠١١	٠٫٠١١	٠٫٠١١	٠٫٠١٢	٠٫٠١٢	٠٫٠١٢	٠٫٠١٢	٠٫٠١٢	٠٫٠١٢	٣٣
٣٤	٠٫٠١٣	٠٫٠١٤	٠٫٠١٤	٠٫٠١٤	٠٫٠١٤	٠٫٠١٥	٠٫٠١٥	٠٫٠١٥	٠٫٠١٥	٣٤
٣٥	٠٫٠١٦	٠٫٠١٦	٠٫٠١٦	٠٫٠١٧	٠٫٠١٧	٠٫٠١٧	٠٫٠١٨	٠٫٠١٨	٠٫٠١٨	٣٥
٣٦	−٠٫٠١٨	٠٫٠١٩	٠٫٠١٩	٠٫٠١٩	٠٫٠٢٠	٠٫٠٢٠	٠٫٠٢٠	٠٫٠٢١	٠٫٠٢١	٣٦
٣٧	٠٫٠٢١	٠٫٠٢١	٠٫٠٢١	٠٫٠٢٢	٠٫٠٢٢	٠٫٠٢٢	٠٫٠٢٣	٠٫٠٢٣	٠٫٠٢٤	٣٧
٣٨	٠٫٠٢٣	٠٫٠٢٣	٠٫٠٢٤	٠٫٠٢٤	٠٫٠٢٥	٠٫٠٢٥	٠٫٠٢٦	٠٫٠٢٦	٠٫٠٢٦	٣٨
٣٩	٠٫٠٢٥	٠٫٠٢٦	٠٫٠٢٦	٠٫٠٢٧	٠٫٠٢٧	٠٫٠٢٨	٠٫٠٢٨	٠٫٠٢٩	٠٫٠٢٩	٣٩
٤٠	٠٫٠٢٨	٠٫٠٢٨	٠٫٠٢٩	٠٫٠٢٩	٠٫٠٣٠	٠٫٠٣٠	٠٫٠٣١	٠٫٠٣١	٠٫٠٣٢	٤٠
٤١	−٠٫٠٣٠	٠٫٠٣١	٠٫٠٣١	٠٫٠٣٢	٠٫٠٣٣	٠٫٠٣٣	٠٫٠٣٤	٠٫٠٣٤	٠٫٠٣٥	٤١
٤٢	٠٫٠٣٣	٠٫٠٣٣	٠٫٠٣٤	٠٫٠٣٤	٠٫٠٣٥	٠٫٠٣٦	٠٫٠٣٦	٠٫٠٣٧	٠٫٠٣٧	٤٢
٤٣	٠٫٠٣٥	٠٫٠٣٦	٠٫٠٣٦	٠٫٠٣٧	٠٫٠٣٨	٠٫٠٣٨	٠٫٠٣٩	٠٫٠٤٠	٠٫٠٤٠	٤٣
٤٤	٠٫٠٣٧	٠٫٠٣٨	٠٫٠٣٩	٠٫٠٤٠	٠٫٠٤٠	٠٫٠٤١	٠٫٠٤٢	٠٫٠٤٢	٠٫٠٤٣	٤٤
٤٥	٠٫٠٤٠	٠٫٠٤١	٠٫٠٤١	٠٫٠٤٢	٠٫٠٤٣	٠٫٠٤٤	٠٫٠٤٤	٠٫٠٤٥	٠٫٠٤٦	٤٥

الجدول الثامن

لتحويل رصود البارومتر الى درجة الجليد

الحرارة	٢٧	٢٧٫٥	٢٨	٢٨٫٥	٢٩	٢٩٫٥	٣٠	٣٠٫٥	٣١	الحرارة
°										°
٤٥	—٫٠٤٠	٫٠٤١	٫٠٤١	٫٠٤٣	٫٠٤٣	٫٠٤٤	٫٠٤٤	٫٠٤٥	٫٠٤٦	٤٥
٤٦	٫٠٤٣	٫٠٤٣	٫٠٤٤	٫٠٤٥	٫٠٤٥	٫٠٤٦	٫٠٤٧	٫٠٤٨	٫٠٤٩	٤٦
٤٧	٫٠٤٥	٫٠٤٦	٫٠٤٦	٫٠٤٧	٫٠٤٨	٫٠٤٩	٫٠٥٠	٫٠٥١	٫٠٥١	٤٧
٤٨	٫٠٤٧	٫٠٤٨	٫٠٤٩	٫٠٥٠	٫٠٥١	٫٠٥٢	٫٠٥٢	٫٠٥٣	٫٠٥٤	٤٨
٤٩	٫٠٥٠	٫٠٥٠	٫٠٥١	٫٠٥٢	٫٠٥٣	٫٠٥٤	٫٠٥٥	٫٠٥٦	٫٠٥٧	٤٩
٥٠	٫٠٥٢	٫٠٥٣	٫٠٥٤	٫٠٥٥	٫٠٥٦	٫٠٥٧	٫٠٥٨	٫٠٥٩	٫٠٦٠	٥٠
٥١	—٫٠٥٤	٫٠٥٥	٫٠٥٦	٠٫٥٧	٫٠٥٨	٫٠٥٩	٫٠٦٠	٫٠٦١	٫٠٦٣	٥١
٥٢	٫٠٥٧	٫٠٥٨	٫٠٥٩	٫٠٦٠	٫٠٦١	٫٠٦٢	٫٠٦٣	٫٠٦٤	٫٠٦٥	٥٢
٥٣	٫٠٥٩	٫٠٦٠	٫٠٦١	٫٠٦٣	٫٠٦٤	٫٠٦٥	٫٠٦٦	٫٠٦٧	٫٠٦٨	٥٣
٥٤	٫٠٦٢	٫٠٦٣	٫٠٦٤	٫٠٦٥	٫٠٦٦	٫٠٦٧	٫٠٦٨	٫٠٧٠	٫٠٧١	٥٤
٥٥	٫٠٦٤	٫٠٦٥	٫٠٦٦	٫٠٦٨	٫٠٦٩	٫٠٧٠	٫٠٧١	٫٠٧٢	٫٠٧٣	٥٥
٥٦	—٫٠٦٦	٫٠٦٨	٫٠٦٩	٫٠٧٠	٫٠٧١	٫٠٧٣	٫٠٧٤	٫٠٧٥	٫٠٧٦	٥٦
٥٧	٫٠٦٩	٫٠٧٠	٫٠٧١	٫٠٧٣	٫٠٧٤	٫٠٧٥	٫٠٧٦	٫٠٧٨	٫٠٧٩	٥٧
٥٨	٫٠٧١	٫٠٧٣	٫٠٧٤	٫٠٧٥	٫٠٧٧	٫٠٧٨	٫٠٧٩	٫٠٨١	٫٠٨٢	٥٨
٥٩	٫٠٧٤	٫٠٧٥	٫٠٧٦	٫٠٧٨	٫٠٧٩	٫٠٨٠	٫٠٨٢	٫٠٨٣	٫٠٨٥	٥٩
٦٠	٫٠٧٦	٫٠٧٧	٫٠٧٩	٫٠٨٠	٫٠٨٢	٫٠٨٣	٫٠٨٥	٫٠٨٦	٫٠٨٧	٦٠
٦١	—٫ ٧٨	٫٠٨٠	٫٠٨١	٫٠٨٣	٫٠٨٤	٫٠٨٦	٫٠٨٧	٫٠٨٩	٫٠٩٠	٦١
٦٢	٫٠٨١	٫٠٨٢	٫٠٨٤	٫٠٨٥	٫٠٨٧	٫٠٨٨	٫٠٩٠	٫٠٩١	٫٠٩٣	٦٢
٦٣	٫٠٨٣	٫٠٨٥	٫٠٨٦	٫٠٨٨	٫٠٨٩	٫٠٩١	٫٠٩٣	٫٠٩٤	٫٠٩٦	٦٣
٦٤	٫٠٨٦	٫٠٨٧	٠٫٨٩	٫٠٩٠	٫٠٩٢	٫٠٩٤	٫٠٩٥	٫٠٩٧	٫٠٩٨	٦٤
٦٥	٫ ٨٨	٫٠٩٠	٫٠٩١	٫٠٩٣	٫٠٩٥	٫٠٩٦	٫٠٩٨	٫١٠٠	٫١٠١	٦٥
٦٦	—٫٠٩٠	٫٠٩٢	٫٠٩٤	٫٠٩٦	٫٠٩٧	٫٠٩٩	٫١٠١	٫١٠٢	٫١٠٤	٦٦
٦٧	٫٠٩٣	٠٫٩٥	٫٠٩٦	٫٠٩٨	٫١٠٠	٫١٠٢	٫١٠٣	٫١٠٥	٫١٠٧	٦٧
٦٨	٫٠٩٥	٫٠٩٧	٫٠٩٩	٫١٠١	٫١٠٣	٫١٠٤	٫١٠٦	٫١٠٨	٫١٠٩	٦٨
٦٩	٫٠٩٨	٫١٠٠	٫١٠١	٫١٠٣	٫١٠٥	٫١٠٧	٫١٠٩	٫١١٠	٫١١٢	٦٩
٧٠	٫١٠٠	٫١٠٢	٫١٠٤	٫١٠٦	٫١٠٨	٫١٠٩	٫١١١	٫١١٣	٫١١٥	٧٠
٧١	—٫١٠٢	٫١٠٤	٫١٠٦	٫١٠٨	٫١١٠	٫١١٢	٫١١٤	٫١١٦	٫١١٨	٧١
٧٢	٫١٠٥	٫١٠٧	٫١٠٩	٫١١١	٫١١٣	٫١١٥	٫١١٧	٫١١٩	٫١٢٠	٧٢
٧٣	٫١٠٧	٫١٠٩	٫١١١	٫١١٣	٫١١٥	٫١١٧	٫١١٩	٫١٢١	٫١٢٣	٧٣
٧٤	٫١١٠	٫١١٢	٫١١٤	٫١١٦	٫١١٨	٫١٢٠	٫١٢٢	٫١٢٤	٫١٢٦	٧٤
٧٥	٫١١٢	٫١١٤	٫١١٦	٫١١٨	٫١٢٠	٫١٢٢	٫١٢٥	٫١٢٧	٫١٢٩	٧٥
٧٦	—٫١١٤	٫١١٧	٫١١٩	٫١٢١	٫١٢٣	٫١٢٥	٫١٢٧	٫١٢٩	٫١٣١	٧٦
٧٧	٫١١٧	٫١١٩	٫١٢١	٫١٢٣	٫١٢٦	٫١٢٨	٫١٣٠	٫١٣٢	٫١٣٤	٧٧
٧٨	٫١١٩	٫١٢٢	٫١٢٤	٫١٢٦	٫١٢٨	٫١٣٠	٫١٣٣	٫١٣٥	٫١٣٧	٧٨
٧٩	٫١٢٢	٫١٢٤	٫١٢٦	٫١٢٨	٫١٣١	٫١٣٣	٫١٣٥	٫١٣٧	٫١٤٠	٧٩
٨٠	٫١٢٤	٫١٢٦	٫١٢٩	٫١٣١	٫١٣٣	٫١٣٦	٫١٣٨	٫١٤٠	٫١٤٣	٨٠
٨١	٫١٢٦	٫١٢٩	٫١٣١	٫١٣٤	٫١٣٦	٫١٣٨	٫١٤١	٫١٤٣	٫١٤٥	٨١
٨٢	٫١٢٩	٫١٣١	٫١٣٤	٫١٣٦	٫١٣٨	٫١٤١	٫١٤٣	٫١٤٦	٫١٤٨	٨٢
٨٣	٫١٣١	٫١٣٤	٫١٣٦	٫١٣٩	٫١٤١	٫١٤٣	٫١٤٦	٫١٤٨	٫١٥١	٨٣
٨٤	٫١٣٤	٫١٣٦	٫١٣٩	٫١٤١	٫١٤٤	٫١٤٦	٫١٤٩	٫١٥١	٫١٥٤	٨٤
٨٥	٫١٣٦	٫١٣٩	٫١٤١	٫١٤٤	٫١٤٦	٫١٤٩	٫١٥١	٫١٥٤	٫١٥٦	٨٥
٨٦	—٫١٣٨	٫١٤١	٫١٤٤	٫١٤٦	٫١٤٩	٫١٥١	٫١٥٤	٫١٥٦	٫١٥٩	٨٦
٨٧	٫١٤١	٫١٤٣	٫١٤٦	٫١٤٩	٫١٥١	٫١٥٤	٫١٥٧	٫١٥٩	٫١٦٢	٨٧
٨٨	٫١٤٣	٫١٤٦	٫١٤٩	٫١٥١	٫١٥٤	٫١٥٧	٫١٥٩	٫١٦٢	٫١٦٥	٨٨
٨٩	٫١٤٦	٫١٤٨	٫١٥١	٫١٥٤	٫١٥٦	٫١٥٩	٫١٦٢	٫١٦٥	٫١٦٧	٨٩
٩٠	٫١٤٨	٫١٥١	٫١٥٣	٫١٥٦	٫١٥٩	٫١٦٢	٫١٦٤	٫١٦٧	٫١٧٠	٩٠

الجدول التاسع

الارتفاع بالبارومتر . الجزء الاوّل

قيراط	قدم	قيراط	قدم	قيراط	قدم	قيراط	قدم
١١٫٠	١٢٩٦٫٩	١٦٫٠	١١١٨٦٫٣	٢١٫٠	١٨٢٩١٫٠	٢٦٫٠	٢٣٨٧١٫٠
٫١	١٦٣٣٫٣	٫١	١١٣٤٩٫١	٫١	١٨٤١٥٫١	٫١	٢٣٩٧١٫٣
٫٢	١٨٦٧٫٦	٫٢	١١٥١٠٫٩	٫٢	١٨٥٣٨٫٧	٫٢	٢٤٠٧١٫٢
٫٣	٢٠٩٩٫٩	٫٣	١١٦٧١٫٧	٫٣	١٨٦٦١٫٦	٫٣	٢٤١٧٠٫٧
٫٤	٢٣٣٠٫١	٫٤	١١٨٣١٫٥	٤	١٨٧٨٤٫٠	٫٤	٢٤٢٦٩٫٨
٫٥	٢٥٥٨٫٣	٫٥	١١٩٩٠٫٣	٫٥	١٨٩٠٥٫٨	٫٥	٢٤٣٦٨٫٦
٫٦	٢٧٨٤٫٥	٫٦	١٢١٤٨٫٢	٫٦	١٩٠٢٧٫٠	٫٦	٢٤٤٦٧٫٠
٫٧	٣٠٠٨٫٧	٫٧	١٢٣٠٥٫١	٫٧	١٩١٤٧٫٧	٫٧	٢٤٥٦٥٫١
٫٨	٣٢٣١٫١	٫٨	١٢٤٦١٫٠	٫٨	١٩٢٦٧٫٨	٫٨	٢٤٦٦٢٫٧
٫٩	٣٤٥١٫٦	٫٩	١٢٦١٦٫١	٫٩	١٩٣٨٧٫٤	٫٩	٢٤٧٦٠٫٠
١٢٫٠	٣٦٧٠٫٣	١٧٫٠	١٢٧٧٠٫٣	٢٢٫٠	١٩٥٠٦٫٤	٢٧٫٠	٢٤٨٥٧٫٠
٫١	٣٨٨٧٫٠	٫١	١٢٩٢٣٫٥	٫١	١٩٦٢٤٫٩	٫١	٢٤٩٥٣٫٦
٫٢	٤١٠٢٫٠	٫٢	١٣٠٧٥٫٨	٫٢	١٩٧٤٢٫٩	٫٢	٢٥٠٤٩٫٨
٫٣	٤٣١٥٫٣	٫٣	١٣٢٢٧٫٣	٫٣	١٩٨٦٠٫٣	٫٣	٢٥١٤٥٫٧
٫٤	٤٥٢٦٫٩	٫٤	١٣٣٧٧٫٩	٫٤	١٩٩٧٧٫٣	٫٤	٢٥٢٤١٫٢
٫٥	٤٧٣٦٫٧	٫٥	١٣٥٢٧٫٦	٫٥	٢٠٠٩٢٫٦	٫٥	٢٥٣٣٦٫٤
٫٦	٤٩٤٤٫٩	٫٦	١٣٦٧٦٫٥	٫٦	٢٠٢٠٩٫٤	٫٦	٢٥٤٣١٫٢
٫٧	٥١٥١٫٤	٫٧	١٣٨٢٤٫٥	٫٧	٢٠٣٢٤٫٨	٫٧	٢٥٥٢٥٫٧
٫٨	٥٣٥٦٫٤	٫٨	١٣٩٧١٫٧	٫٨	٢٠٤٣٩٫٦	٫٨	٢٥٦١٩٫٩
٫٩	٥٥٥٩٫٧	٫٩	١٤١١٨٫٠	٫٩	٢٠٥٥٤٫٠	٫٩	٢٥٧١٢٫٧
١٣٫٠	٥٧٦١٫٤	١٨٫٠	١٤٢٦٣٫٦	٢٣٫٠	٢٠٦٦٧٫٨	٢٨٫٠	٢٥٨٠٧٫١
٫١	٥٩٦١٫٦	٫١	١٤٤٠٨٫٣	٫١	٢٠٧٨١٫١	٫١	٢٥٩٠٠٫٣
٫٢	٦١٦٠٫٣	٫٢	١٤٥٥٢٫٣	٫٢	٢٠٨٩٤٫٠	٫٢	٢٥٩٩٣٫١
٫٣	٦٣٥٧٫٥	٫٣	١٤٦٩٥٫٤	٫٣	٢١٠٠٦٫٤	٫٣	٢٦٠٨٥٫٦
٫٤	٦٥٥٣٫٢	٫٤	١٤٨٣٧٫٨	٫٤	٢١١١٨٫٣	٫٤	٢٦١٧٧٫٧
٫٥	٦٧٤٧٫٥	٫٥	١٤٩٧٩٫٤	٫٥	٢١٢٢٩٫٧	٫٥	٢٦٢٦٩٫٦
٫٦	٦٩٤٠٫٣	٫٦	١٥١٢٠٫٣	٫٦	٢١٣٤٠٫٦	٫٦	٢٦٣٦١٫١
٫٧	٧١٣١٫٧	٫٧	١٥٢٦٠٫٣	٫٧	٢١٤٥١٫١	٫٧	٢٦٤٥٢٫٣
٫٨	٧٣٢١٫٧	٫٨	١٥٣٩٩٫٧	٫٨	٢١٥٦١٫١	٫٨	٢٦٥٤٢٫٢
٫٩	٧٥١٠٫٣	٫٩	١٥٥٣٨٫٣	٫٩	٢١٦٧٠٫٦	٫٩	٢٦٦٣٣٫٧
١٤٫٠	٧٦٩٧٫٦	١٩٫٠	١٥٦٧٦٫٣	٢٤٫٠	٢١٧٧٩٫٧	٢٩٫٠	٢٦٧٢٤٫٠
٫١	٧٨٨٣٫٦	٫١	١٥٨١٣٫٣	٫١	٢١٨٨٨٫٤	٫١	٢٦٨١٣٫٩
٫٢	٨٠٦٨٫٣	٫٢	١٥٩٤٩٫٨	٫٢	٢١٩٩٦٫٦	٫٢	٢٦٩٠٣٫٥
٫٣	٨٢٥١٫٥	٫٣	١٦٠٨٥٫٥	٫٣	٢٢١٠٤٫٣	٫٣	٢٦٩٩٢٫٨
٫٤	٨٤٣٣٫٦	٫٤	١٦٢٢٠٫٥	٫٤	٢٢٢١١٫٦	٫٤	٢٧٠٨١٫٩
٫٥	٨٦١٤٫٤	٫٥	١٦٣٥٤٫٨	٫٥	٢٢٣١٨٫٤	٫٥	٢٧١٧٠٫٦
٫٦	٨٧٩٤٫٠	٫٦	١٦٤٨٨٫٥	٫٦	٢٢٤٢٤٫٨	٫٦	٢٧٢٥٩٫٠
٫٧	٨٩٧٢٫٣	٫٧	١٦٦٢١٫٤	٫٧	٢٢٥٣٠٫٨	٫٧	٢٧٣٤٧٫١
٫٨	٩١٤٩٫٥	٫٨	١٦٧٥٣٫٧	٫٨	٢٢٦٣٦٫٤	٫٨	٢٧٤٣٤٫٩
٫٩	٩٣٢٥٫٥	٫٩	١٦[illegible]	٫٩	٢٢٧٤١٫٥	٫٩	٢٧٥٢٢٫٥
١٥٫٠	٩٥٠٠٫٣	٢٠٫٠	١٧٠١٦٫٣	٢٥٫٠	٢٢٨٤٦٫٣	٣٠٫٠	٢٧٦٠٩٫٧
٫١	٩٦٧٣٫٨	٫١	١٧١٤٦٫٦	٫١	٢٢٩٥٠٫٦	٫١	٢٧٦٩٦٫٦
٫٢	٩٨٤٦٫٣	٫٢	١٧٢٧٦٫٣	٫٢	٢٣٠٥٤٫٤	٫٢	٢٧٧٨٣٫٣
٫٣	١٠٠١٧٫٥	٫٣	١٧٤٠٥٫٣	٫٣	٢٣١٥٧٫٩	٫٣	٢٧٨٦٩٫٧
٫٤	١٠١٨٧٫٧	٫٤	١٧٥٣٣٫٧	٫٤	٢٣٢٦١٫٠	٫٤	٢٧٩٥٥٫٧
٫٥	١٠٣٥٦٫٨	٫٥	١٧٦٦١٫٤	٫٥	٢٣٣٦٣٫٦	٫٥	٢٨٠٤١٫٥
٫٦	١٠٥٢٤٫٨	٫٦	١٧٧٨٨٫٦	٫٦	٢٣٤٦٥٫٩	٫٦	٢٨١٢٧٫١
٫٧	١٠٦٩١٫٨	٫٧	١٧٩١٥٫١	٫٧	٢٣٥٦٧٫٧	٫٧	٢٨٢١٢٫٣
٫٨	١٠٨٥٧٫٧	٫٨	١٨٠٤١٫٠	٫٨	٢٣٦٦٩٫٢	٫٨	٢٨٢٩٧٫٣
٫٩	١١٠٢٢٫٥	٫٩	١٨١٦٦٫٣	٫٩	٢٣٧٧٠٫٣	٫٩	٢٨٣٨٢٫٠

الحرارة	قدم	الحرارة	قدم	الحرارة	قدم	الحرارة	قدم	الحرارة	قدم
١°	٢٫٣	١٧°	٣٩٫٨	٣٣°	٧٧٫٣	٤٩°	١١٤٫٧	٦٥°	١٥٢٫٣
٢	٤٫٧	١٨	٤٢٫١	٣٤	٧٩٫٦	٥٠	١١٧٫٠	٦٦	١٥٤٫٥
٣	٧٫٠	١٩	٤٤٫٥	٣٥	٨١٫٩	٥١	١١٩٫٤	٦٧	١٥٦٫٨
٤	٩٫٤	٢٠	٤٦٫٨	٣٦	٨٤٫٣	٥٢	١٢١٫٧	٦٨	١٥٩٫٢
٥	١١٫٧	٢١	٤٩٫٢	٣٧	٨٦٫٦	٥٣	١٢٤٫١	٦٩	١٦١٫٥
٦	١٤٫٠	٢٢	٥١٫٥	٣٨	٨٩٫٠	٥٤	١٢٦٫٤	٧٠	١٦٣٫٩
٧	١٦٫٤	٢٣	٥٣٫٨	٣٩	٩١٫٣	٥٥	١٢٨٫٧	٧١	١٦٦٫٢
٨	١٨٫٧	٢٤	٥٦٫٢	٤٠	٩٣٫٦	٥٦	١٣١٫١	٧٢	١٦٨٫٦
٩	٢١٫١	٢٥	٥٨٫٥	٤١	٩٦٫٠	٥٧	١٣٣٫٤	٧٣	١٧٠٫٩
١٠	٢٣٫٤	٢٦	٦٠٫٩	٤٢	٩٨٫٣	٥٨	١٣٥٫٨	٧٤	١٧٣٫٣
١١	٢٥٫٨	٢٧	٦٣٫٢	٤٣	١٠٠٫٧	٥٩	١٣٨٫١	٧٥	١٧٥٫٦
١٢	٢٨٫١	٢٨	٦٥٫٥	٤٤	١٠٣٫٠	٦٠	١٤٠٫٤	٧٦	١٧٧٫٩
١٣	٣٠٫٤	٢٩	٦٧٫٩	٤٥	١٠٥٫٣	٦١	١٤٢٫٨	٧٧	١٨٠٫٣
١٤	٣٢٫٨	٣٠	٧٠٫٢	٤٦	١٠٧٫٧	٦٢	١٤٥٫١	٧٨	١٨٢٫٦
١٥	٣٥٫١	٣١	٧٢٫٦	٤٧	١١٠٫٠	٦٣	١٤٧٫٥	٧٩	١٨٥٫٠
١٦	٣٧٫٥	٣٢	٧٤٫٩	٤٨	١١٢٫٤	٦٤	١٤٩٫٨	٨٠	١٨٧٫٣

الجزء الثالث والرابع والخامس

الارتفاع التقريبي	الجزء الثالث ايجابي* من عرض ٠° الى ٤٥° وسلبي* من عرض ٤٥° الى ٩٠° — طول ٠° / ٩٠	١٠° / ٨٠	٢٠° / ٧٠	٣٠° / ٦٠	٤٠° / ٥٠	٤٥°	الجزء الرابع ايجابي* دائمًا	الجزء الخامس ايجابي* دائمًا — ارتفاع البارومتر في محلات اوطا: ١٨ قيراطا	٢٠ قيراطا	٢٢ قيراطا	٢٤ قيراطا	٢٦ قيراطا	٢٨ قيراطا
قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم	قدم
١٬٠٠٠	٢٫٦	٢٫٥	٢٫٠	١٫٣	٠٫٥	٠	٢٫٥	١٫٣	١٫٠	٠٫٨	٠٫٦	٠٫٤	٠٫٢
٢٬٠٠٠	٥٫٣	٥٫٠	٤٫١	٢٫٦	٠٫٩	٠	٥٫٢	٢٫٥	٢٫٠	١٫٥	١٫١	٠٫٧	٠٫٣
٣٬٠٠٠	٧٫٩	٧٫٥	٦٫١	٤٫٠	١٫٤	٠	٧٫٩	٣٫٨	٣٫٠	٢٫٣	١٫٧	١٫١	٠٫٥
٤٬٠٠٠	١٠٫٦	١٠٫٠	٨٫١	٥٫٣	١٫٨	٠	١٠٫٨	٥٫١	٤٫٠	٣٫١	٢٫٢	١٫٤	٠٫٧
٥٬٠٠٠	١٣٫٢	١٢٫٤	١٠٫١	٦٫٦	٢٫٣	٠	١٣٫٧	٦٫٤	٥٫٠	٣٫٨	٢٫٨	١٫٨	٠٫٨
٦٬٠٠٠	١٥٫٩	١٤٫٩	١٢٫٢	٧٫٩	٢٫٨	٠	١٦٫٧	٧٫٦	٦٫٠	٤٫٦	٣٫٣	٢٫١	١٫٠
٧٬٠٠٠	١٨٫٥	١٧٫٤	١٤٫٢	٩٫٣	٣٫٢	٠	١٩٫٩	٨٫٩	٧٫١	٥٫٤	٣٫٩	٢٫٥	١٫٢
٨٬٠٠٠	٢١٫٢	١٩٫٩	١٦٫٢	١٠٫٦	٣٫٧	٠	٢٣٫١	١٠٫٢	٨٫١	٦٫٢	٤٫٤	٢٫٨	١٫٣
٩٬٠٠٠	٢٣٫٨	٢٢٫٤	١٨٫٣	١١٫٩	٤٫١	٠	٢٦٫٤	١١٫٤	٩٫١	٦٫٩	٥٫٠	٣٫٢	١٫٥
١٠٬٠٠٠	٢٦٫٥	٢٤٫٩	٢٠٫٣	١٣٫٢	٤٫٦	٠	٢٩٫٨	١٢٫٧	١٠٫١	٧٫٧	٥٫٥	٣٫٥	١٫٧
١١٬٠٠٠	٢٩٫١	٢٧٫٤	٢٢٫٣	١٤٫٦	٥٫١	٠	٣٣٫٣	١٤٫٠	١١٫١	٨٫٥	٦٫١	٣٫٩	١٫٨
١٢٬٠٠٠	٣١٫٨	٢٩٫٩	٢٤٫٤	١٥٫٩	٥٫٥	٠	٣٦٫٩	١٥٫٣	١٢٫١	٩٫٢	٦٫٦	٤٫٢	٢٫٠
١٣٬٠٠٠	٣٤٫٤	٣٢٫٤	٢٦٫٤	١٧٫٢	٦٫٠	٠	٤٠٫٦	١٦٫٥	١٣٫١	١٠٫٠	٧٫٢	٤٫٦	٢٫٢
١٤٬٠٠٠	٣٧٫١	٣٤٫٩	٢٨٫٤	١٨٫٥	٦٫٤	٠	٤٤٫٤	١٧٫٨	١٤٫١	١٠٫٨	٧٫٧	٤٫٩	٢٫٣
١٥٬٠٠٠	٣٩٫٧	٣٧٫٣	٣٠٫٤	١٩٫٩	٦٫٩	٠	٤٨٫٣	١٩٫١	١٥٫١	١١٫٥	٨٫٣	٥٫٣	٢٫٥
١٦٬٠٠٠	٤٢٫٤	٣٩٫٨	٣٢٫٥	٢١٫٢	٧٫٤	٠	٥٢٫٣	٢٠٫٣	١٦٫١	١٢٫٣	٨٫٨	٥٫٦	٢٫٧
١٧٬٠٠٠	٤٥٫٠	٤٢٫٣	٣٤٫٥	٢٢٫٥	٧٫٨	٠	٥٦٫٤	٢١٫٦	١٧٫١	١٣٫١	٩٫٤	٦٫٠	٢٫٨
١٨٬٠٠٠	٤٧٫٧	٤٤٫٨	٣٦٫٥	٢٣٫٨	٨٫٣	٠	٦٠٫٥	٢٢٫٩	١٨٫١	١٣٫٨	٩٫٩	٦٫٣	٣٫٠
١٩٬٠٠٠	٥٠٫٣	٤٧٫٣	٣٨٫٦	٢٥٫٢	٨٫٧	٠	٦٤٫٨	٢٤٫١	١٩٫٢	١٤٫٦	١٠٫٥	٦٫٧	٣٫٢
٢٠٬٠٠٠	٥٣٫٠	٤٩٫٨	٤٠٫٦	٢٦٫٥	٩٫٢	٠	٦٩٫٢	٢٥٫٤	٢٠٫٢	١٥٫٤	١١٫٠	٧٫٠	٣٫٣
٢١٬٠٠٠	٥٥٫٦	٥٢٫٣	٤٢٫٦	٢٧٫٨	٩٫٧	٠	٧٣٫٦	٢٦٫٧	٢١٫٢	١٦٫١	١١٫٦	٧٫٤	٣٫٥
٢٢٬٠٠٠	٥٨٫٣	٥٤٫٨	٤٤٫٧	٢٩٫١	١٠٫١	٠	٧٨٫٢	٢٨٫٠	٢٢٫٢	١٦٫٩	١٢٫١	٧٫٧	٣٫٧
٢٣٬٠٠٠	٦٠٫٩	٥٧٫٣	٤٦٫٧	٣٠٫٥	١٠٫٦	٠	٨٢٫٩	٢٩٫٣	٢٣٫٢	١٧٫٧	١٢٫٧	٨٫١	٣٫٨
٢٤٬٠٠٠	٦٣٫٦	٥٩٫٨	٤٨٫٧	٣١٫٨	١١٫٠	٠	٨٧٫٦	٣٠٫٥	٢٤٫٢	١٨٫٥	١٣٫٢	٨٫٤	٤٫٠
٢٥٬٠٠٠	٦٦٫٣	٦٢٫٣	٥٠٫٧	٣٣٫١	١١٫٥	٠	٩٢٫٥	٣١٫٨	٢٥٫٢	١٩٫٢	١٣٫٨	٨٫٨	٤٫١

الجدول العاشر

معدّل ارتفاع البارومتر في اشهر السنة

	حورج تون	هافانا	منشتر	سانت لويس	فيلادلفيا	بوسطن	تورنتو	بورت بون	رن هاربر
ك ٢	٢٩٫٩٤٣	٣٠٫١٢٩	٢٩٫٧٧٩	٢٩٫٦٠٣	٢٩٫٩٦١	٢٩٫٩٧٦	٢٩٫٦١٨	٢٩٫٧١٦	٢٩٫٧٧٣
ش	٫٩٦٥	٢٩٫٩٢٨	٫٧٣٣	٫٥٨٦	٫٩٠٨	٫٩٥٧	٫٦١٤	٫٨٨٦	٫٨٤٣
اذار	٫٩٥٧	٫٩٦٠	٫٧٣٣	٫٥٥٩	٫٩٤٣	٫٨٨٦	٫٦٣٣	٣٠٫١٠٧	٫٧٤٥
ن	٫٩٤٥	٫٩٠٥	٫٦٦٤	٫٤٩٠	٫٩٣٤	٫٨٩٧	٫٦٥٧	٫٠٦١	٫٨٩٨
اي	٫٩٣٣	٫٨٥١	٫٦٣٣	٫٤٦٥	٫٨٨٦	٫٩٠٧	٫٥٦٥	٫٠٥١	٫٩٣٧
ح	٫٩٦٣	٫٩٤٨	٫٦٠٨	٫٤٧٨	٫٨٩١	٫٨٧٨	٫٥٧٧	٢٩٫٨٨١	٫٧١٤
ت	٫٩٧١	٫٩٤٨	٫٦٤٦	٫٥٢٣	٫٩١٥	٫٩٣٦	٫٥٨٩	٫٨١٧	٫١٣٦
اب	٫٩٥٤	٫٨١٦	٫٦٣٤	٫٥٤٣	٫٩٤٣	٫٩٦٥	٫٦٢٨	٫٦١٣	٫٦١٩
اي	٫٩٤٣	٫٨٢١	٫٧٤٩	٫٥٦١	٫٩٧١	٫٩٩٤	٫٦٤٧	٫٦٨٩	٫٦٥٣
ت ١	٫٩١٤	٫٨٥١	٫٧٢٣	٫٥٨٨	٫٩٤٩	٫٩٦٤	٫٦٦٣	٫٧٨٤	٫٧٥٠
ت ٢	٫٨٨٥	٫٩٧١	٫٧٦٥	٫٥٨٨	٫٩٤١	٫٩٥٥	٫٦٣٦	٫٨٩٩	٫٧٥٣
ك ١	٫٩١٠	٣٠٫٠٦٥	٫٨١٦	٫٦٠١	٫٩٥٩	٫٩٥٣	٫٦٤٣	٫٨٦٩	٫٧٤٨
سنة	٢٩٫٩٣٩	٢٩٫٩٣٣	٢٩٫٦٩٦	٢٩٫٥٤٨	٢٩٫٩٣٣	٢٩٫٩٣٩	٢٩٫٦٣١	٢٩٫٨٨٦	٢٩٫٧٦٥

	كريستيامرح	عدن	القاهرة	القسطنطينية	باريس	كرينوج	بطرسبرج	اركانجل	هيرنوست
ك ٢	٢٩٫٨٣٩	٢٩٫٨٣٣	٣٠٫٠١٦	٣٠٫٠٠٩	٢٩٫٨٧٧	٢٩٫٧٦٠	٣٠٫٠٢٣	٢٩٫٧٢٨	٢٩٫٦٠٥
ش	٫٨٤٠	٫٨٤٤	٫٠١٦	٢٩٫٩٨٣	٫٨٨٦	٫٨٠٤	٫٠٤٤	٫٧٤٣	٫٤٥٦
اذار	٫٨٧٤	٫٧٧٦	٢٩٫٨٩٩	٣٠٫٠١٤	٫٧٧٧	٫٧٦٩	٢٩٫٩٥١	٫٦٩٨	٫٧٠٤
ن	٫٩٣٩	٫٧٠١	٫٩٢٦	٢٩٫٨٣٣	٫٧٣٣	٫٧٥٠	٫٩٦٩	٫٧٦٧	٫٨١٦
اي	٫٩٧١	٫٦١٠	٫٨٥٣	٫٨٩٩	٫٧٤٩	٫٧٧١	٫٩٥١	٫٧٧٤	٫٨٨١
ح	٫٩٥٨	٫٥٣٨	٫٧٠٣	٫٨٥٣	٫٨١٤	٫٧٨٧	٫٩١٥	٫٦٩٠	٫٨١٨
ت	٫٩٣٠	٫٤٨٣	٫٦٨٣	٫٨٤٥	٫٧١٥	٫٨٠١	٫٨٥٣	٫٦٧٧	٫٨١٦
اب	٫٨٨٣	٫٥١٣	٫٦٨٨	٫٨٦٠	٫٧٩٤	٫٧٨٩	٫٩١٩	٫٦٧٣	٫٧٧١
اي	٫٨٦٣	٫٦٣٣	٫٧٩٣	٫٩٥١	٫٧٨٨	٫٨١٩	٫٩٦٩	٫٧٦٣	٫٧٤٠
ت ١	٫٨٤٩	٫٧٧٨	٫٩١٠	٣٠٫٠٣٣	٫٧٠٣	٫٦٩٦	٫٩٥٤	٫٧١٣	٫٦٥١
ت ٢	٫٨٦٣	٫٨٧٦	٫٩٥١	٫١٠٤	٫٧٥٤	٫٧٥٤	٫٨٤٥	٫٦١٠	٫٦١٤
ك ١	٫٨٣٨	٫٨٩٠	٫٩٩٤	٫٠١٤	٫٧٣٩	٫٨٢١	٫٩٣١	٫٦٢٥	٫٥٦٨
سنة	٢٩٫٨٨٥	٢٩٫٧٠٤	٢٩٫٨٥٦	٢٩٫٩٤٣	٢٩٫٧٨٣	٢٩٫٧٧٧	٢٩٫٩٢٤	٢٩٫٧١١	٢٩٫٧١٠

	سنكابور	مدرس	بومباي	كنتون	باريس	بكين	تفليس	برتوتشسك	يوتسك
ك ٢	٢٩٫٩١٧	٢٩٫٩٩٩	٢٩٫٩٤١	٣٠٫١٧٥	٢٩٫٧٤١	٣٠٫٤٩٨	٢٨٫٦٤٠	٢٧٫٩٨٩	٢٩٫١٩٥
ش	٫٩١٥	٫٩٧٠	٫٩٣٥	٫٠٩٩	٫٦٤٣	٫٤٣٩	٫٥٣٧	٫٩٦٠	٫٨٦٨
اذار	٫٨٨٤	٫٨٩٠	٫٨٧٣	٫٠١٨	٫٥٧٥	٫٣٥٤	٫٥٣٤	٫٨١٤	٫٧٤٩
ن	٫٨٨٦	٫٨٣٨	٫٧٩٩	٢٩٫٨٤٩	٫٤٣٣	٫٠٩١	٫٤٧٧	٫٧٤٤	٫٦٣٠
اي	٫٨٧٣	٫٧٠٩	٫٧٥٣	٫٧٦١	٫٣٣١	٢٩٫٩٤٠	٫٤٦٨	٫٥٩٧	٫٤٧٣
ح	٫٨٥٨	٫٦٨٨	٫٦٤٩	٫٧٣٠	٫١٧٩	٫٧٨٨	٫٤٣١	٫٥٩٠	٫٣٦٦
ت	٫٨٦٨	٫٧١١	٫٦٥٦	٫٦٥٦	٫١٦١	٫٧٤٦	٫٣٩٣	٫٥٦١	٫٣٨٣
اب	٫٨٨٠	٫٧٤٧	٫٧٢٣	٫٦٥٩	٫٣٦٥	٫٨٦٠	٫٤٤٦	٫٦٥٠	٫٤٣٥
اي	٫٨٨٦	٫٧٨٣	٫٧٩١	٫٥٩٦	٫٣٧٠	٣٠٫٠١٩	٫٥٥٥	٫٧٥٨	٫٧١١
ت ١	٫٨٩٨	٫٨٦٣	٫٨٣٣	٫٩١١	٫٥٤٣	٫٣٦١	٫٦٦٣	٫٨٥٨	٫٦٧٠
ت ٢	٫٨٦٦	٫٩٤٣	٫٨٩٥	٣٠٫٠٧١	٫٦٤٩	٫٤١٠	٫٦٨٩	٫٨٩٨	٫٨٣٨
ك ١	٫٨٨٤	٫٩٦٤	٫٩٤٤	٫١٢٣	٫٧٤٤	٫٤٨٣	٫٦٣٨	٫٩٠١	٣٠٫٠٦٠
سنة	٢٩٫٨٨٤	٢٩٫٨٤٣	٢٩٫٨١٥	٢٩٫٨٩٥	٢٩٫٤٦٨	٣٠٫١٥٤	٢٨٫٥٢٨	٢٧٫٧١٣	٢٩٫٦٧٠

الجدول الحادي عشر

معدّل ارتفاع البارومتر لكل ساعات اليوم

	خط الاستواء	كومانا	كالكوتا	فيلادلفيا	تورنتو	بادوا	كرينويج	بطرسبرج	فان رنسر
نصف الليل	٢٩٫٦٣٦	٢٦٫٧٩٨	٢٩٫٨٧٥	٢٩٫٩٤١	٢٩٫٦١٦	٢٩٫٨٠٤	٢٩٫٧٨٥	٢٩٫٩٥٧	٢٩٫٧٦١
١ ق . ط	٫٦١٥	٫٧٨٥	٫٨٦١	٫٩٤٠	٫٦١٥	٫٨٠٠	٫٧٧٨	٫٩٥٥	٫٧٦٣
٢	٫٥٩٨	٫٧٧٣	٫٨٦٦	٫٩٣٨	٫٦١٥	٫٧٩٨	٫٧٧٣	٫٩٥٤	٫٧٦٥
٣	٫٥٩٣	٫٧٦٠	٫٨٦٣	٫٩٣٦	٫٦١٥	٫٧٩٥	٫٧٧٠	٫٩٥٣	٫٧٦٦
٤	٫٥٨٠	٫٧٥١	٫٨٦٣	٫٩٣٨	٫٦١٦	٫٧٩٤	٫٧٦٨	٫٩٥٣	٫٧٦٦
٥	٫٥٩٣	٫٧٥٦	٫٨٦١	٫٩٤١	٫٦٣١	٫٧٩٤	٫٧٦٨	٫٩٥١	٫٧٦٦
٦	٫٦٠٥	٫٧٧١	٫٨٧٠	٫٩٥١	٫٦٣١	٫٧٩٦	٫٧٧١	٫٩٥٣	٫٧٦٦
٧	٫٦٢٦	٫٧٨٧	٫٨٨٨	٫٩٦١	٫٦٣٩	٫٨٠٠	٫٧٧٧	٫٩٥٤	٫٧٦٦
٨	٫٦٤٤	٫٨٠٣	٫٩١٧	٫٩٦٧	٫٦٤٦	٫٨٠٤	٫٧٨٣	٫٩٥٧	٫٧٦٣
٩	٫٦٥٣	٫٨١٥	٫٩٢٦	٫٩٧٠	٫٦٤٨	٫٨٠٧	٫٧٨٩	٫٩٦٠	٫٧٦٣
١٠	٫٦٥٣	٫٨١٦	٫٩٣٠	٫٩٦٨	٫٦٤٨	٫٨١٠	٫٧٩٣	٫٩٦١	٫٧٦٤
١١	٫٦٣٨	٫٨٠٤	٫٩٢٦	٫٩٦٠	٫٦٤١	٫٨٠٧	٫٧٩١	٫٩٦١	٫٧٦٤
الظهر	٫٦٣١	٫٧٨٧	٫٩٠٦	٫٩٤٣	٫٦٣٩	٫٨٠٥	٫٧٨٦	٫٩٥٩	٫٧٦٣
١ ب . ط	٫٦٠٣	٫٧٦٤	٫٨٩١	٫٩٣٧	٫٦١٨	٫٧٩٨	٫٧٨١	٫٩٥٦	٫٧٥٩
٢	٫٥٨٩	٫٧٤٤	٫٨٥٩	٫٩١٥	٫٦٠٨	٫٧٩١	٫٧٧٦	٫٩٥٥	٫٧٥٩
٣	٫٥٧٣	٫٧٣١	٫٨٤٨	٫٩٠٨	٫٦٠٥	٫٧٨٦	٫٧٧٤	٫٩٥٤	٫٧٦١
٤	٫٥٦٨	٫٧٣٣	٫٨٣٩	٫٩٠٨	٫٦٠٣	٫٧٨٣	٫٧٧٣	٫٩٥٣	٫٧٦٣
٥	٫٥٧٩	٫٧٣١	٫٨٤٠	٫٩١٠	٫٦٠٤	٫٧٨٣	٫١٧١	٫٩٥٣	٫٧٦٥
٦	٫٥٩٥	٫٧٤١	٫٨٤٣	٫٩١٦	٫٦٠٨	٫٧٨٤	٫٧٧٤	٫٩٥٤	٫٧٦٧
٧	٫٦٠٤	٫٧٥٦	٫٨٤٤	٫٩٣٥	٫٦١١	٫٧٨٩	٫٧٨٠	٫٩٥٥	٫٧٦٨
٨	٫٦١١	٫٧٧٣	٫٨٦٥	٫٩٣٤	٫٦١٦	٫٧٩٦	٫٧٨٥	٫٩٥٧	٫٧٦٩
٩	٫٦٣٦	٫٧٨٨	٫٨٩٣	٫٩٤١	٫٦٣٠	٫٨٠١	٫٧٨٨	٫٩٥٧	٫٧٧٠
١٠	٫٦٤٠	٫٧٩٩	٫٨٩٥	٫٩٤٥	٫٦٣٠	٫٨٠٥	٫٧٩٠	٫٩٥٨	٫٧٧١
١١	٫٦٤٠	٫٨١٠	٫٨٨٦	٫٩٥٠	٫٦٣٠	٫٨٠٥	٫٧٨٩	٫٩٥٨	٫٧٦٩
معدل	٢٩٫٦١٦	٢٩٫١٧٧	٢٩٫٨٧٧	٢٩٫٩٣٩	٢٩٫٦٣١	٢٩٫٧٩٧	٢٩٫٧٨٠	٢٩٫٩٥٦	٢٩٫٧٦٥

الجدول الثاني عشر

في هبوط الزئبق في الانبوبة الزجاجية

قطر الانبوبة	ايفوري	ين	لابلاس	بواسن	كافندش	بوالي	الابسدا مال المسلوقة	قطر الانبوبة
قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط
٠٫٠٥	٠٫٣٩٤٩	٠٫٣٩٦٤	٠٫	٠٫٣٧٩٦	٠٫	٠٫	٠٫	٠٫٠٥
٫١٠	٫١٤٠٤	٫١٤٣٤	٫١٣٩٤	٫١٣٦٧	٫١٤٠	٫١٣٩٠	٫٠٧٠	٫١٠
٫١٥	٫٠٨٦٥	٫٠٨٨	٫٠٨٥٤	٫٠٨٣٠	٫٠٩٣	٫٠٨٥٨	٫٠٤٤	٫١٥
٫٢٠	٫٠٥٨٣	٫٠٥٨٩	٫٠٥٨٠	٫٠٥٥٩	٫٠٦٧	٫٠٥٨٠	٫٠٢٩	٫٢٠
٫٢٥	٫٠٤٠٩	٫٠٤٠٤	٫٠٤١٣	٫٠٣٩٤	٫٠٥٠	٫٠٤٠٧	٫٠٢٠	٫٢٥
٫٣٠	٫٠٢٩٣	٫٠٢٨٠	٫٠٢٩٦	٫٠٢٨١	٫٠٣٦	٫٠٢٩٦	٫٠١٤	٫٣٠
٫٣٥	٫٠٢١٣	٫٠١٩٦	٫٠٢١٦	٫٠٢٠٤	٫٠٢٥	٫٠٢١٦	٫٠١٠	٫٣٥
٫٤٠	٫٠١٥٤	٫٠١٣٩	٫٠١٥٩	٫٠١٤٩	٫٠١٥	٫٠١٥٩	٫٠٠٧	٫٤٠
٫٤٥	٫٠١١٣	٫٠١٠	٫٠١١٧	٫٠١٠٩	٫٠١٠	٫٠١١٧	٫٠٠٥	٫٤٥
٫٥٠	٫٠٠٨٣	٫٠٠٧٤	٫٠٠٨٧	٫٠٠٨٠	٫٠٠٧	٫٠٠٨٦	٫٠٠٣	٫٥٠
٫٦٠	٫٠٠٤٣	٫٠٠٤٥	٫٠٠٤٦	٫٠٠٤١	٫٠٠٥	٫٠٠٤٧	٫٠٠٢	٫٦٠
٫٧٠	٫٠٠٣٣		٫٠٠٣٤	٫٠٠٣٠		٫٠٠٣٥		٫٧٠
٫٨٠	٫٠٠١٣		٫٠٠١٣	٫٠٠١٠		٫٠٠١٣		٫٨٠

الجدول الثالث عشر

مقابلة وزن قدم مكعب من الهواء الجاف بآخر من الهواء الرطب

الحرارة	الهواء الجاف	المشبع	الزيادة	الحرارة	الهواء الجاف	المشبع	الزيادة
درجة	قمحة	قمحة	قمحة	درجة	قمحة	قمحة	قمحة
٠	٦ ٣٫٢١	٦٠٢٫٧٧	٠٫٤٤	٤٥	٥٤٨٫١٦	٥٤٦٫٠٦	٢٫١٠
١	٦ ١٫٨٧	٦٠١٫٤٠	٠٫٤٧	٤٦	٥٤٧٫٠٥	٥٤٤٫٨٨	٢٫١٧
٢	٦٠٠٫٥٢	٦٠٠٫٠٣	٠٫٤٩	٤٧	٥٤٥٫٩٧	٥٤٣٫٧٥	٢٫٢٢
٣	٥٩٩٫٢٠	٥٩٨٫٦٩	٫٥١	٤٨	٥٤٤٫٨٥	٥٤٢٫٥٥	٢٫٣٠
٤	٥٩٧٫٨٧	٥٩٧٫٣٤	٫٥٣	٤٩	٥٤٣٫٧٥	٥٤١٫٣٦	٢٫٣٩
٥	٥٩٦٫٥٥	٥٩٦٫٠١	٠٫٥٤	٥٠	٥٤٢٫٦٥	٥٤٠٫٢١	٢٫٤٤
٦	٥٩٥٫٢٤	٥٩٤٫٦٩	٠٫٥٥	٥١	٥٤١٫٥٥	٥٣٩٫ ٤	٢٫٥١
٧	٥٩٣٫٩٤	٥٩٣٫٣٦	٠٫٥٨	٥٢	٥٤٠٫٤٨	٥٣٧٫٨٧	٢٫٦١
٨	٥٩٢٫٦٣	٥٩٢٫٠٤	٠٫٥٩	٥٣	٥٣٩٫٤١	٥٣٦٫٧١	٢٫٧٠
٩	٥٩١٫٣٣	٥٩٠٫٧٢	٠٫٦١	٥٤	٥٣٨٫٣٣	٥٣٥٫٥٥	٢٫٧٨
١٠	٥٩٠٫٠٤	٥٨٩٫٤٠	٠٫٦٤	٥٥	٥٣٧٫٢٧	٥٣٤٫٣٩	٢٫٨٨
١١	٥٨٨٫٧٥	٥٨٨٫٠٧	٠٫٦٨	٥٦	٥٣٦٫١٩	٥٣٣٫٢٢	٢٫٩٧
١٢	٥٨٧٫٤٨	٥٨٦٫٧٨	٠٫٧٠	٥٧	٥٣٥٫١٢	٥٣٢٫٠٦	٣٫٠٦
١٣	٥٨٦٫٢١	٥٨٥٫٤٩	٠٫٧٢	٥٨	٥٣٤٫٠٧	٥٣٠٫٩٢	٣٫١٥
١٤	٥٨٤٫٩٣	٥٨٤٫١٨	٠٫٧٥	٥٩	٥٣٣٫٠٣	٥٢٩٫٧٧	٣٫٢٦
١٥	٥٨٣٫٦٧	٥٨٢٫٨٩	٠٫٧٨	٦٠	٥٣١٫٩٧	٥٢٨٫٦٢	٣٫٣٥
١٦	٥٨٢٫٤١	٥٨١٫٦١	٠٫٨٠	٦١	٥٣٠٫٩٣	٥٢٧٫٤٨	٣٫٤٥
١٧	٥٨١٫١٥	٥٨٠٫٣٣	٠٫٨٢	٦٢	٥٢٩٫٨٨	٥٢٦٫٣٢	٣٫٥٦
١٨	٥٧٩٫٩١	٥٧٩٫٠٦	٠٫٨٥	٦٣	٥٢٨٫٨٤	٥٢٥٫١٧	٣٫٦٧
١٩	٥٧٨٫٦٧	٥٧٧٫٧٩	٠٫٨٨	٦٤	٥٢٧٫٨١	٥٢٤٫٠٣	٣٫٧٨
٢٠	٥٧٧٫٤٤	٥٧٦٫٥٤	٠٫٩٠	٦٥	٥٢٦٫٧٨	٥٢٢٫٩٠	٣٫٨٩
٢١	٥٧٦٫٢١	٥٧٥٫٢٧	٠٫٩٤	٦٦	٥٢٥٫٧٦	٥٢١٫٧٥	٤٫ ١
٢٢	٥٧٤٫٩٨	٥٧٤٫ ١	٠٫٩٧	٦٧	٥٢٤٫٧٥	٥٢ ٫٦١	٤٫١٤
٢٣	٥٧٣٫٧٦	٥٧٢٫٧٦	١٫ ٠	٦٨	٥٢٣٫٧٢	٥١٩٫٤٦	٤٫٢٦
٢٤	٥٧٢٫٥٥	٥٧١٫٥٠	١٫٠٥	٦٩	٥٢٢٫٧	٥١٨٫٣٩	٤٫٤١
٢٥	٥٧١٫٣٣	٥٧ ٫٢٦	١٫٠٧	٧٠	٥٢١٫٧٠	٥١٧٫١٧	٤٫٥٣
٢٦	٥٧ ٫١٣	٥٦٩٫ ١	١٫١٢	٧١	٥٢ ٫٧	٥١٦٫٠٣	٤٫٦٧
٢٧	٥٦٨٫٩٢	٥٦٧٫٧٧	١٫١٥	٧٢	٥١٩٫٦٩	٥١٤٫٨١	٤٫٨٢
٢٨	٥٦٧٫٧٣	٥٦٦٫٥٣	١٫٢٠	٧٣	٥١٨٫٧٠	٥١٣٫٧٥	٤٫٩٥
٢٩	٥٦٦٫٥٤	٥٦٥٫٢١	١٫٣٣	٧٤	٥١٧٫٧	٥١٢٫٦١	٥٫ ٩
٣٠	٥٦٥٫٣٥	٥٦٤٫ ٨	١٫٢٧	٧٥	٥١٦٫٧١	٥١١٫٤٦	٥٫٢٥
٣١	٥٦٤٫١٧	٥٦٢٫٨٦	١٫٣١	٧٦	٥١٥٫٧٣	٥١ ٫٣٢	٥٫٤١
٣٢	٥٦٣٫٠٠	٥٦١٫٦٤	١٫٣٦	٧٧	٥١٤٫٧٤	٥٠٩٫١٨	٥٫٥٦
٣٣	٥٦١٫٨٤	٥٦ ٫٤٢	١٫٤٢	٧٨	٥١٣٫٧٧	٥ ١٫ ٤	٥٫٧٣
٣٤	٥٦٠٫٦٧	٥٥٩٫٢٠	١٫٤٧	٧٩	٥١٢٫٨٠	٥ ٦٫٩١	٥٫٨٩
٣٥	٥٥٩٫٥١	٥٥٨٫٠١	١٫٥٠	٨٠	٥١١٫٨٢	٥٠٥٫٧٤	٦٫٠٨
٣٦	٥٥٨٫٣٥	٥٥٦٫٧٩	١٫٥٦	٨١	٥١ ٫٨٧	٥ ٤٫٦١	٦٫٢٦
٣٧	٥٥٧٫٢١	٥٥٥٫٦١	١٫٦٠	٨٢	٥ ٩٫٨٩	٥ ٣٫٤٥	٦٫٤٤
٣٨	٥٥٦٫٠٥	٥٥٤٫٤٠	١٫٦٥	٨٣	٥٠٨٫٩٣	٥ ٢٫٣٢	٦٫٦١
٣٩	٥٥٤٫٩١	٥٥٣٫٢٠	١٫٧١	٨٤	٥٠٧٫٩٧	٥ ١٫١٦	٦٫٨١
٤٠	٥٥٣٫٧٧	٥٥٢٫٠٠	١٫٧٧	٨٥	٥ ١٫٠٣	٥٠٠٫٠٥	٦٫٩١
٤١	٥٥٢٫٦٥	٥٥٠٫٨٠	١٫٨٤	٨٦	٥٠٦٫٠٧	٤٩٨٫٨٧	٧٫٢٠
٤٢	٥٥١٫٥٢	٥٤٩٫٦٣	١٫٨٩	٨٧	٥٠٥٫١١	٤٩٧٫٧١	٧٫٤٠
٤٣	٥٥٠٫٣٩	٥٤٨٫٤٤	١٫٩٥	٨٨	٥٠٤٫١٩	٤٩٦٫٥٨	٧٫٦١
٤٤	٥٤٩٫٢٧	٥٤٧٫٢٦	٢٫٠١	٨٩	٥٠٣٫٢٥	٤٩٥٫٤٤	٧٫٨١
٤٥	٥٤٨٫١٦	٥٤٦٫٠٦	٢٫١٠	٩٠	٥٠٢٫٣٢	٤٩٤٫٢٨	٨٫٠٤

الجدول الرابع عشر

ارتفاع البارومتر الموافق لدرجة حرارة الماء الغالي

الحرارة	البارومتر	الحرارة	البارومتر	الحرارة	البارومتر	الحرارة	البارومتر	الحرارة	البارومتر
°	قيراط	°	قيراط	°	قيراط	°	قيراط	°	قيراط
١٨٨٫٠	١٨٫١٩٧	١٩٣٫٠	٢٠٫٢٥٣	١٩٨٫٠	٢٢٫٥٠١	٢٠٣٫٠	٢٤٫٩٥٢	٢٠٨٫٠	٢٧٫٦٢٢
٫١	٫٢٣٦	٫١	٫٢٩٦	٫١	٫٥٤٨	٫١	٢٥٫٠٠٣	٫١	٫٦٧٨
٫٢	٫٢٧٦	٫٢	٫٣٣٩	٫٢	٫٥٩٥	٫٢	٫٠٥٥	٫٢	٫٧٣٣
٫٣	٫٣١٥	٫٣	٫٣٨٢	٫٣	٫٦٤٢	٫٣	٫١٠٦	٫٣	٫٧٨٩
٫٤	٫٣٥٥	٫٤	٫٤٢٦	٫٤	٫٦٨٩	٫٤	٫١٥٨	٫٤	٫٨٤٥
٫٥	٫٣٩٥	٫٥	٫٤٦٩	٫٥	٫٧٣٦	٫٥	٫٢١٠	٫٥	٫٩٠١
٫٦	٫٤٣٤	٫٦	٫٥١٢	٫٦	٫٧٨٤	٫٦	٫٢٦١	٫٦	٫٩٥٧
٫٧	٫٤٧٤	٫٧	٫٥٥٦	٫٧	٫٨٣١	٫٧	٫٣١٣	٫٧	٢٨٫٠١٣
٫٨	٫٥١٤	٫٨	٫٥٩٩	٫٨	٫٨٧٩	٫٨	٫٣٦٥	٫٨	٫٠٦٩
٫٩	٫٥٥٤	٫٩	٫٦٤٣	٫٩	٫٩٢٦	٫٩	٫٤١٧	٫٩	٫١٢٦
١٨٩٫٠	٫٥٩٤	١٩٤٫٠	٫٦٨٧	١٩٩٫٠	٫٩٧٤	٢٠٤٫	٫٤٦٩	٢٠٩٫٠	٫١٨٢
٫١	٫٦٣٤	٫١	٫٧٣١	٫١	٢٣٫٠٢٢	٫١	٫٥٢١	٫١	٫٢٣٩
٫٢	٫٦٧٤	٫٢	٫١٧٥	٫٢	٫٠٧٠	٫٢	٫٥٧٣	٫٢	٫٢٩٥
٫٣	٫٧١٤	٫٣	٫٨١٩	٫٣	٫١١٨	٫٣	٫٦٢٦	٫٣	٫٣٥٢
٫٤	٫٧٥٥	٫٤	٫٨٦٣	٫٤	٫١٦٦	٫٤	٫٦٧٨	٫٤	٫٤٠٩
٫٥	٫٧٩٥	٫٥	٫٩ ٧	٫٥	٫٢١٤	٫٥	٫٧٣٠	٫٥	٫٤٦٦
٫٦	٫٨٣٥	٫٦	٫٩٥١	٫٦	٫٢٦٢	٫٦	٫٧٨٣	٫٦	٫٥٢٣
٫٧	٫٨٧٦	٫٧	٫٩٩٦	٫٧	٫٣١١	٫٧	٫٨٣٦	٫٧	٫٥٨٠
٫٨	٫٩١٧	٫٨	٢١٫٠٤٠	٫١	٫٣٥٩	٫٨	٫٨٨٨	٫٨	٫٦٣٧
٫٩	٫٩٥٧	٫٩	٫٠٨٤	٫٩	٫٤٠٧	٫٩	٫٩٤١	٫٩	٫٦٩٥
١٩٠٫٠	٫٩٩٨	١٩٥٫٠	٫١٢٩	٢٠ ٫٠	٫٤٥٦	٢٠٥٫٠	٫٩٩٤	٢١٠٫٠	٫٧٥٢
٫١	١٩٫٠٣٩	٫١	٫١٧٤	٫١	٫٥٠٥	٫١	٢٦٫٠٤٧	٫١	٫٨١٠
٫٢	٫٠٨	٫٢	٫٢١٨	٫٢	٫٥٥٣	٫٢	٫١٠٠	٫٢	٫٨٦٧
٫٣	٫١٢١	٫٣	٫٢٦٣	٫٣	٫٦٠٢	٫٣	٫١٥٣	٫٣	٫٩٢٥
٫٤	٫١٦٢	٫٤	٫٣ ٨	٫٤	٫٦٥١	٫٤	٫٢٠٦	٫٤	٫٩٨٣
٫٥	٫٢٠٣	٫٥	٫٣٥٣	٫٥	٫٧٠٠	٫٥	٫٢٥٩	٫٥	٢٩٫٠٤١
٫٦	٫٢٤٤	٫٦	٫٣٩٨	٫٦	٫٧٤٩	٫٦	٫٣١٢	٫٦	٫٠٩٩
٫٧	٫٢٨٥	٫٧	٫٤٤٣	٫٧	٫٧٩٨	٫٧	٫٣٦٦	٫٧	٫١٥٧
٫٨	٫٣٢٦	٫٨	٫٤٨٨	٫٨	٫٨٤٧	٫٨	٫٤٢٠	٫٨	٫٢١٥
٫٩	٫٣٦٨	٫٩	٫٥٣٣	٫٩	٫٨٩٧	٫٩	٫٤٧٣	٫٩	٫٢٧٤
١٩١٫	٫٤ ٩	١٩٦٫٠	٫٥٧٨	٢٠١٫٠	٫٩٤٦	٢٠٦٫٠	٫٥٢٧	٢١١٫٠	٫٣٣٣
٫١	٫٤٥٠	٫١	٫٦٢٣	٫١	٫٩٩٦	٫١	٫٥٨١	٫١	٫٣٩١
٫٢	٫٤٩٢	٫٢	٫٦٦٩	٫٢	٢٤٫٠٤٥	٫٢	٫٦٣٥	٫٢	٫٤٤٩
٫٣	٫٥٣٤	٫٣	٫٧١٤	٫٣	٫٠٩٥	٫٣	٫٦٨٩	٫٣	٫٥ ٨
٫٤	٫٥٧٥	٫٤	٫٧٦٠	٫٤	٫١٤٥	٫٤	٫٧٤٣	٫٤	٫٥٦٧
٫٥	٫٦١٧	٫٥	٫٨٠٦	٫٥	٫١٩٥	٫٥	٫٧٩٧	٫٥	٫٦٢٦
٫٦	٫٦٥٩	٫٦	٫٨٥١	٫٦	٫٢٤٥	٫٦	٫٨٥٢	٫٦	٫٦٨٥
٫٧	٫٧٠١	٫٧	٫٨٩٧	٫٧	٫٢٩٥	٫٧	٫٩٠٦	٫٧	٫٧٤٤
٫٨	٫٧٤٣	٫٨	٫٩٤٣	٫٨	٫٣٤٥	٫٨	٫٩٦١	٫٨	٫٨٠٣
٫٩	٫٧٨٥	٫٩	٫٩٨٩	٫٩	٫٣٩٥	٫٩	٢٧٫٠١٥	٫٩	٫٨٦٢
١٩٢٫٠	٫٨٢٧	١٩٧٫٠	٢٢٫٠٣٥	٢٠٢٫٠	٫٤٤٥	٢٠٧٫	٫٠٧٠	٢١٢٫٠	٫٩٢٢
٫١	٫٨٦٩	٫١	٫٠٨١	٫١	٫٤٩٥	٫١	٫١٢٥	٫١	٫٩٨٢
٫٢	٫٩١٢	٫٢	٫١٢٨	٫٢	٫٥٤٦	٫٢	٫١٨٠	٫٢	٣٠٫٠٤١
٫٣	٫٩٥٤	٫٣	٫١٧٤	٫٣	٫٥٩٦	٫٣	٫٢٣٥	٫٣	٫١٠١
٫٤	٫٩٩٦	٫٤	٫٢٢١	٫٤	٫٦٤٧	٫٤	٫٢٩٠	٫٤	٫١٦١
٫٥	٢٠٫٠٣٩	٫٥	٫٢٦٧	٫٥	٫٦٩٧	٫٥	٫٣٤٥	٫٥	٫٢٢١
٫٦	٫٠٨٢	٫٦	٫٣١٤	٫٦	٫٧٤٨	٫٦	٫٤٠٠	٫٦	٫٢٨١
٫٧	٫١٢٤	٫٧	٫٣٦١	٫٧	٫٧٩٩	٫٧	٫٤٥٦	٫٧	٫٣٤١
٫٨	٫١٦٧	٫٨	٫٤٠٧	٫٨	٫٨٥٠	٫٨	٫٥١١	٫٨	٫٤٠١
٫٩	٫٢١٠	٫٩	٫٤٥٤	٫٩	٫٩٠١	٫٩	٫٥٦٦	٫٩	٫٤٦٢

الجدول الخامس عشر

اختلاف الحرارة اليومي في نيوهافن وكونكتيكت

ساعة	ك ٢	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت ١	ت ٢	ك ١	سنة
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
نصف الليل	٣٫٣	٣٫٩	٣٫٧	٤٫٦	٥٫٤	٥٫٨	٥٫٣	٤٫٧	٤٫٨	٤٫١	٣٫٦	٣٫٣	٤٫٠
١	٣٫٦	٣٫٣	٤٫٣	٥٫٤	٦٫٣	٦٫٩	٦٫٣	٥٫٦	٥٫٦	٤٫٨	٣٫٣	٣٫٥	٤٫٧
٢	٣٫٠	٣٫٨	٤٫٨	٦٫١	٧٫٣	٨٫٠	٧٫٠	٦٫٣	٦٫٣	٥٫٥	٣٫٧	٣٫٨	٥٫٤
٣	٣٫٣	٤٫٣	٥٫٤	٦٫٧	٨٫٠	٨٫٧	٧٫٥	٦٫٨	٦٫١	٦٫٠	٤٫١	٣٫٣	٥٫٩
٤	٣٫٧	٤٫٨	٥٫٨	٧٫٣	٨٫٥	٨٫٩	٧٫١	٧٫٢	٧٫٣	٦٫٥	٤٫٥	٣٫٥	٦٫٣
٥	٤٫١	٥٫٣	٦٫٣	٧٫٥	٨٫٤	٨٫٣	٧٫٤	١٫١	١٫٣	٦٫٨	٤٫٨	٣٫٨	٦٫٤
٦	٤٫٣	٥٫٣	٦٫١	٧٫١	٦٫٦	٦٫١	٦٫١	٦٫٤	٦٫٨	٦٫٦	٤٫٨	٤٫٠	٥٫٩
٧	٤٫٤	٥٫١	٤٫٩	٥٫٣	٣٫٦	٣٫٣	٣٫٧	٤٫١	٤٫٧	٥٫٣	٤٫٥	٤٫٠	٤٫٤
٨	٣٫٨	٣٫٧	٢٫٣	٢٫٠	٠٫٥	٠٫٠	٠٫٩	١٫٣	١٫٧	٢٫٣	٣٫٠	٣٫٣	٣٫١
٩	١٫٣	٠٫٥	-٠٫٥	-١٫١	-٢٫١	-٢٫٧	-١٫٦	-١٫٣	-١٫٣	-٠٫٦	٠٫٥	١٫٠	-٠٫٦
١	-١٫٦	-٢٫٥	-٢٫٣	-٢٫٩	-٤٫٣	-٤٫٧	-٢٫٨	-٢٫٤	-٢٫٨	-٢٫٥	-٢٫٣	-١٫٦	-٢٫٣
١١	-٣٫٦	-٤٫٣	-٤٫٩	-٥٫٥	-٥٫٨	-٦٫١	-٥٫٦	-٥٫٣	-٥٫٦	-٥٫٦	-٤٫٣	-٢٫٥	-٥٫٠
الظهر	-٥٫٣	-٥٫٦	-٦٫١	-٦٫٨	-٧٫٠	-٧٫١	-٦٫٧	-٦٫٥	-٦٫٩	-٧٫٠	-٥٫٦	-٥٫٠	-٦٫٣
١	-٦٫١	-٦٫٦	-٧٫٠	-٧٫٧	-٧٫٩	-٧٫٩	-٧٫٥	-٧٫٣	-٧٫٧	-٧٫٧	-٦٫٤	-٥٫٨	-٧٫١
٢	-٦٫٣	-٦٫٩	-٧٫٥	-٨٫٣	-٨٫٥	-٨٫٣	-٧٫٨	-٧٫٧	-٨٫٠	-٨٫١	-٦٫٦	-٦٫١	-٧٫٥
٣	-٥٫٩	-٦٫٨	-٧٫٣	-٧٫٣	-٨٫٥	-٨٫٣	-٧٫٧	-٧٫٦	-٧٫٩	-٧٫٧	-٦٫٣	-٥٫٥	-٧٫٣
٤	-٤٫٧	-٥٫٨	-٦٫٦	-٧٫٨	-٨٫٠	-٧٫٦	-٧٫٣	-٧٫١	-٧٫١	-٦٫٦	-٤٫٦	-٤٫٠	-٦٫٤
٥	-٣٫٨	-٣٫٨	-٤٫٧	-٦٫٦	-٦٫٨	-٦٫٥	-٦٫١	-٥٫٩	-٥٫٨	-٤٫٥	-٣٫٩	-٣٫١	-٤٫٩
٦	-١٫٤	-٣٫٠	-٣٫٥	-٤٫٠	-٤٫٧	-٤٫٣	-٤٫٣	-٣٫٩	-٤٫٠	-٣٫٨	-١٫٦	-١٫٠	-٣٫٠
٧	-٠٫٣	-٠٫٦	-٠٫٩	-١٫٥	-١٫٦	-٣٫٣	-٣٫٠	-١٫٩	-١٫٩	-١٫٣	-٠٫٥	- ٫٣	-١٫٣
٨	٠٫٥	٠٫٤	٠٫٦	٠٫٦	٠٫٦	٠٫١	-٠٫١	٠٫٠	٠٫١	٠٫٣	٠٫٤	٠٫٥	٠٫٣
٩	١٫١	١٫٣	١٫٧	٢٫٠	٢٫٣	١٫٨	١٫٦	١٫٦	١٫٧	١٫٥	١٫١	١٫٠	١٫٥
١٠	١٫٥	١٫٨	٢٫٤	٣٫٠	٣٫٥	٣٫٣	٢٫٩	٢٫٨	٢٫٨	٢٫٤	١٫٦	١٫٥	٢٫٥
١١	١٫٩	٢٫٤	٣٫٠	٣٫٨	٤٫٤	٤٫٦	٤٫١	٣٫١	٢٫٩	٣٫٣	٢٫١	١٫٨	٣٫٣
الطرفان	-١٫٠	-٠٫٨	-٠٫٦	- ٫٤	٠٫٠	٫٣	- ٫١	- ٫٣	- ٫٣	-٠٫٦	-٠٫٩	-١٫١	-٠٫٦
اليوميان													
٧٫١	-٠٫٨	-٠٫٧	-١٫١	-١٫٣	-٢٫١	-٢٫٤	-١٫٩	-١٫٦	-١٫٥	-١٫٣	-٠٫٩	-٠٫٩	-١٫٤
٧٫٢	-١٫٠	-٠٫٩	-١٫٣	-١٫٥	-٢٫٤	-٢٫٦	-٢٫١	-١٫٨	-١٫٦	-١٫٤	-١٫٠	-١٫١	-١٫٦
٨٫١	-١٫١	-١٫٤	-٢٫٤	-٣٫٨	-٣٫٧	-٤٫٠	-٣٫٣	-٣٫	-٣٫٠	-٢٫٧	-١٫٧	-١٫٣	-٢٫٥
٨٫٢	-١٫٣	-١٫٦	-٢٫٦	-٣٫١	-٤٫٠	-٤٫٣	-٣٫٥	-٣٫٣	-٣٫٣	-٢٫٩	-١٫٨	-١٫٤	-٢٫٧
٩٫٨	٠٫٩	٠٫٥	٠٫٠	-٠٫٣	- ٫١	-١٫٣	-٠٫٩	- ٫٦	-٠٫٦	-٠٫٣	٠٫٤	٠٫١	-٠٫٣
٦٫٦	١٫٥	١٫٦	١٫٨	١٫٥	٠٫٦	٫٩	١٫٠	١٫٣	١٫٤	١٫٩	١٫٦	١٫٥	١٫٤
٧٫٧	٢٫٠	٢٫٣	٢٫٠	١٫٩	١٫٠	٠٫٥	٠٫٨	١٫١	١٫٤	٢٫٠	٢٫٠	١٫٩	١٫٦
٨٫٨	٢٫١	٢٫١	١٫٤	١٫٣	٠٫٦	٠٫٠	٠٫٤	٠٫٧	٠٫٩	١٫٣	١٫٧	١٫٨	١٫٣
٩٫٩	١٫٣	٠٫٩	٠٫٦	٠٫٤	٠٫٠	-٠٫٤	٠٫٠	٠٫٣	٠٫٣	٠٫٤	٠٫٨	١٫٠	٠٫٤
١٠٫١٠	٠٫٠	-٠٫٣	-٠٫٤	-٠٫٤	-٠٫٤	-٠٫٧	-٠٫٤	- ٫٣	-٠٫٥	-٠٫٥	-٠٫٣	-٠٫١	-٠٫٤
٦٫٢٫٦	-١٫١	-١٫٣	-١٫٣	-١٫٧	-٢٫٣	-٢٫٣	-١٫٩	-١٫٨	-١٫٧	-١٫٤	-١٫١	-١٫٠	-١٫٦
٦٫٢٫٨	-٠٫٥	-٠٫٤	-٠٫٣	-٠٫٣	-٠٫٤	-٠٫٧	-٠٫٦	-٠٫٤	-٠٫٤	-٠٫٤	-٠٫٥	-٠٫٥	-٠٫٤
٦٫٢٫٩	-٠٫٣	-٠٫١	٠٫١	٠٫٣	٠٫١	-٠٫١	٠٫٠	٠٫١	٠٫٣	٠٫٠	-٠٫٣	-٠٫٤	٠٫٠
٦٫٢٫١٠	-٠٫١	٠٫١	٠٫٣	٠٫٦	٠٫٥	٠٫٤	٠٫٤	٠٫٥	٠٫٥	٠٫٣	-٠٫١	-٠٫٣	٠٫٣
٧٫٢٫٩	-٠٫٣	-٠٫٣	-٠٫٣	-٠٫٤	-٠٫٩	-١٫١	-٠٫٨	-٠٫٦	-٠٫٥	-٠٫٤	-٠٫٣	-٠٫٤	-٠٫٥
٧٫٢٫٩٫٩	٠٫١	٠٫١	٠٫٣	-٠٫٣	-٠٫١	-٠٫٤	-٠٫٣	-٠٫١	٠٫٠	٠٫٠	٠٫٠	٠٫٠	٠٫٠

الجدول السادس عشر

اختلاف الحرارة اليومي في كرينويج وبلاد الانكليز

ساعة	ك ٢	شباط	اذار	نيسان	ايار	حزيران	تموز	اب	ايلول	ت ١	ت ٢	ك ١	سنة
	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
نصف الليل	١٫٠	١٫٦	٢٫٩	٤٫٨	٥٫٤	٦٫٣	٥٫٠	٥٫١	٤٫٠	٢٫٩	١٫٧	٠٫٩	٣٫٥
١	٠٫٩	١٫٨	٣٫٠	٥٫٢	٦٫٠	٧٫١	٥٫٥	٥٫٥	٤٫٥	٣٫٠	١٫٨	١٫٠	٣٫٨
٢	١٫٢	٢٫٠	٣٫٣	٥٫٧	٦٫٤	٨٫٠	٦٫٠	٦٫٠	٥٫٥	٣٫٤	٢٫٠	١٫٢	٤٫٢
٣	١٫٣	٢٫١	٣٫٦	٦٫٢	٦٫٧	٨٫٧	٦٫٤	٦٫٣	٦٫٤	٣٫٦	٢٫٠	١٫٣	٤٫٥
٤	١٫٦	٢٫٢	٣٫٩	٦٫٦	٦٫٧	٩٫٣	٦٫٦	٦٫٥	٦٫٦	٣٫٨	٢٫١	١٫٤	٤٫٨
٥	١٫٨	٢٫٢	٤٫	٦٫٧	٦٫٣	٨٫٨	٦٫٢	٦٫٥	٦٫٢	٣٫٨	٢٫٠	١٫٤	٤٫٧
٦	١٫٩	٢٫٣	٣٫٩	٦٫٠	٤٫٨	٦٫٤	٤٫٥	٥٫٥	٥٫٣	٣٫٥	١٫٩	١٫٤	٣٫٩
٧	١٫٩	٢٫١	٢٫٦	٤٫٣	٢٫٦	٣٫٠	٢٫٥	٣٫٣	٤٫٠	٢٫٨	١٫٧	١٫٥	٢٫٨
٨	١٫٥	١٫٦	٢٫٥	٢٫٠	٠٫٥	٠٫٠	٠٫٠	٠٫٩	٢٫١	١٫٦	١٫٠	١٫٣	١٫٢
٩	١٫٠	٠٫٧	٠٫٢	-٠٫٩	-٢٫٠	-٢٫٥	-٢٫٠	-١٫٦	-٠٫٤	٠٫٠	٠٫٤	٠٫٩	-٠٫٥
١٠	٠٫٢	-٠٫٥	-١٫٩	-٢٫٢	-٤٫٠	-٤٫٥	-٤٫٠	-٢٫٥	-٣٫٠	-٢٫٠	-٠٫٦	٠٫٠	-٢٫٢
١١	-١٫٣	-٢٫١	-٢٫٥	-٥٫٣	-٥٫٥	-٥٫٨	-٥٫٤	-٥٫٤	-٥٫٠	-٢٫٨	-٢٫٠	-١٫٣	-٢٫٩
الظهر	-٢٫٢	-٢٫٢	-٥٫٠	-٦٫٨	-٦٫١	-٧٫٣	-٦٫٤	-٦٫٥	-٦٫٤	-٥٫١	-٢٫١	-٢٫١	-٥٫١
١	-٢٫٩	-٢٫٩	-٥٫٨	-٧٫٩	-٧٫٥	-٨٫١	-٦٫٧	-٧٫٥	-٧٫١	-٥٫٥	-٢٫٥	-٢٫٤	-٥٫٧
٢	-٢٫٠	-٢٫٩	-٥٫٨	-٨٫٢	-٧٫٧	-٧٫٦	-٦٫٧	-٧٫٧	-٧٫١	-٤٫٩	-٢٫٦	-٢٫٢	-٥٫٨
٣	-٢٫٥	-٢٫٦	-٥٫٥	-٧٫٧	-٧٫٣	-٨٫٤	-٦٫٥	-٧٫٠	-٦٫٦	-٣٫٧	-٢٫٠	-١٫٩	-٥٫٣
٤	-١٫٩	-٢٫٨	-٤٫٥	-٦٫٧	-٦٫١	-٧٫٤	-٥٫٨	-٥٫٥	-٥٫٥	-٢٫٨	-٢٫١	-١٫٣	-٤٫٤
٥	-١٫١	-١٫٦	-٣٫٣	-٥٫٤	-٤٫٨	-٦٫١	-٤٫٩	-٣٫٦	-٤٫٢	-١٫٧	-١٫٢	-٠٫٨	-٣٫٢
٦	-٠٫٦	-٠٫٦	-١٫٨	-٣٫٥	-٣٫٠	-٤٫٥	-١٫٥	-٣٫٠	-٣٫٥	-٠٫٨	-٠٫٤	-٠٫٤	-٢٫٠
٧	-٠٫٣	٠٫٣	-٠٫٤	-١٫١	-١٫٠	-٢٫٤	-١٫٥	-٠٫٥	-٠٫٦	٠٫٠	٠٫١	-٠٫١	-٠٫٦
٨	٠٫١	٠٫٦	٠٫٩	٠٫٧	٠٫٩	٠٫٠	٠٫٣	١٫٠	١٫٠	٠٫٧	٠٫٦	٠٫٢	٠٫٦
٩	٠٫٤	١٫٠	١٫٧	٢٫٠	٢٫٣	١٫٨	١٫٩	٢٫٤	١٫٨	١٫٣	١٫٠	٠٫٤	١٫٥
١٠	٠٫٦	١٫٣	٢٫٣	٣٫٢	٢٫٥	٣٫٦	٣٫٣	٣٫٣	٢٫٧	١٫٩	١٫٣	٠٫٥	٢٫٣
١١	٠٫٧	١٫٥	٢٫٦	٤٫١	٤٫٥	٥٫٠	٤٫٢	٤٫٣	٣٫٤	٢٫٤	١٫٥	٠٫٨	٢٫٩
الطرفان اليوميان	-٠٫٥	-٠٫٨	-٠٫٩	-٠٫٧	-٠٫٥	٠٫٣	-٫١	-٫٦	-٠٫٣	-٠٫٨	-٫٧	-٠٫٤	-٠٫٥
٧٫١	-٠٫٥	-٠٫٩	-١٫١	-١٫٨	-٢٫٤	-٢٫٦	-٢٫١	-٢٫١	-١٫٥	-١٫٤	-٠٫٩	-٠٫٤	-١٫٥
١٫٣	-٠٫٥	-٠٫٩	-١٫١	-١٫٩	-٢٫٥	-٢٫٨	-٢٫١	-٢٫٢	-١٫٥	-١٫٠	-٠٫٩	-٠٫٤	-١٫٥
٨٫١	-٠٫٢	-١٫١	-١٫٦	-٢٫٩	-٢٫٥	-٣٫٠	-٢٫٤	-٢٫٣	-٢٫٥	-١٫٩	-١٫٣	-٠٫٥	-٢٫٢
٨٫٣	-٠٫٧	-١٫١	-١٫٦	-٢٫١	-٢٫٦	-٤٫٢	-٢٫٣	-٢٫٤	-٢٫٥	-١٫٧	-١٫٣	-٠٫٥	-٢٫٣
٩٫٨	٠٫٥	٠٫٦	٠٫٥	-٠٫١	-٠٫٥	-١٫٢	-٠٫٨	-٠٫٣	٠٫٣	٠٫٣	٠٫٥	٠٫٥	٠٫٠
٦٫٦	٠٫٦	٠٫٩	١٫٠	١٫٢	٠٫٩	٠٫٩	٠٫٥	١٫٧	١٫٤	١٫٣	٠٫٨	٠٫٥	٠٫٩
٧٫٧	٠٫٨	١٫٢	١٫٦	١٫٦	٠٫١	٠٫٣	٠٫٥	١٫٤	١٫٧	١٫٤	٠٫٩	٠٫٧	١٫١
٨٫٨	٠٫٨	١٫١	١٫٧	١٫٢	٠٫٧	٠٫٠	٠٫١	٠٫٩	١٫٥	١٫١	٠٫٨	٠٫٨	٠٫٩
٩٫٩	٠٫٧	٠٫٨	٫٩	٫٥	٠٫١	-٠٫٣	٠٫٠	٠٫٤	٠٫٧	٠٫٦	٠٫٧	٠٫٦	٠٫٥
١٠٫١٠	٫٤	٠٫٤	٠٫٢	٫٠	-٠٫٢	-٠٫٤	-٠٫٤	-٫١	-٠٫١	٠٫٠	٠٫٤	٠٫٢	٠٫٠
٦٫٢٫٦	-٠٫٦	-٠٫٧	-١٫٢	-١٫٦	-١٫٦	-٢٫٢	-١٫٩	-١٫٤	-١٫٤	-٠٫٧	-٠٫٧	-٠٫٤	-١٫٣
٦٫٢٫٨	-٠٫٣	-٠٫٣	-٠٫٣	-٠٫٥	-٫٧	-٠٫٧	-٫٦	-٠٫٤	-٠٫٣	-٠٫٣	-٠٫٤	-٠٫٣	-٠٫٤
٦٫٢٫٩	-٠٫٣	-٠٫١	-٠٫١	-٠٫١	-٠٫٢	-٠٫١	-٠٫١	٠٫٠	٠٫٠	٠٫٠	-٠٫٢	-٠٫٢	-٠٫١
٦٫٢٫١٠	-٠٫٢	-٠٫١	٠٫١	٠٫٣	٠٫٢	٠٫٥	٠٫٤	٠٫٢	٠٫٣	٠٫٢	-٠٫١	-٠٫١	٠٫١
٧٫٢٫٩	-٠٫٢	-٠٫٣	-٠٫٢	-٠٫٦	-٠٫٩	-١٫٢	-٠٫٨	-٠٫٧	-٠٫٤	-٠٫٢	-٠٫٣	-٠٫١	-٠٫٥
٧٫٢٫٩٫٩	-٠٫١	٠٫١	٠٫٣	٠٫٠	-٫١	-٠٫٥	-٠٫١	-٠٫١	٫١	٠٫١	٠٫٠	٠٫٠	٠٫٠

الجدول السابع عشر

معدّل حرارة كل شهر وفصل ومعدّل السنة

المكان	عرض	طول	ارتفاع	ك ٢	شباط	اذار	نيسان
	° ′	° ′	قدم	°	°	°	°
باراماربو في كيانا الفلمنكية	٥ ٤٤	٥٥ ١٣		٧٨°٣	٧٨°٠	٧٨°٩	٧٩°٣
سانت فنسنت في الهند الغربية	١٣ ١٠	٦٠ ٣١		٨٠°٠	٧٩°٣	٧٩°٧	٨١°٣
كنكستون في جاميكا	١٧ ٥٨	٧٦ ٥٠	٥٠	٧٥°٧	٧٦°٠	٧٥°٩	٧٨°١
ڤيراكروز في مكسيكو	١٩ ١٢	٩٦ ٩	٥٠	٧٠°٠	٧١°٦	٧٣°٤	٧٧°٣
مدينة مكسيكو	١٩ ٢٥	٩٩ ٦	٦٩٩٠	٥٢°٥	٥٦°٤	٦١°١	٦٣°٠
هاڤانا في كوبا	٢٣ ٩	٨٢ ٢٣	٥٠	٧١°٤	٧٤°٠	٧٤°١	٧٦°٦
كي وست في فلوريدا	٢٤ ٣٢	٨١ ٤٧	١٠	٦٨°١	٦٩°٤	٧٢°٧	٧٥°٣
كلڤستن في تكساس	٢٩ ١٨	٩٤ ٤٧		٥٤°٢	٦٠°٢	٦٩°٢	٧١°٦
سانت اوغسطني في فلوريدا	٢٩ ٤٨	٨١ ٣٥	٢٠	٥٧°٠	٥٩°٩	٦٣°٣	٦٨°٨
نيواورليانس في لويسيانا	٢٩ ٥٧	٩٠ ٠	١٠	٥٤°٨	٥٦°٤	٦٢°٩	٦٩°٠
برمودا في الاوقيانوس الاتلانتيكي	٣٢ ٢٠	٦٤ ٥٠		٥٦°٨	٥٨°٨	٥٩°٤	٦٢°٨
سان دياكو في كليفورنيا	٣٢ ٤٢	١١٧ ١٣	١٥٠	٥١°٩	٥٣°٣	٥٦°٠	٦١°٢
شارلستن في كارولينا الجنوبية	٣٢ ٤٦	٧٩ ٥٦	٢٠	٥٠°٣	٥٢°٤	٥٨°٧	٦٥°٤
سانتا ماي في نيو مكسيكو	٣٥ ٤١	١٠٦ ١	٦٨٤٦	٣١°٤	٣٣°٢	٤٠°٧	٥١°٣
رتشموند في ڤرجينيا	٣٧ ٣٢	٧٧ ٢٧	١٢٠	٣٣°٧	٣٩°٨	٤٧°١	٥٤°٧
سان فرنسيسكو في كليفورنيا	٣٧ ٤٨	١٢٢ ٢٦	١٠٠	٤٩°٨	٥٢°٣	٥٣°٧	٥٧°٠
سانت لويس في مسوري	٣٨ ٣٧	٩٠ ١٥	٤٥٠	٣٢°٩	٣٥°٠	٤٤°٤	٥٨°٣
واشنطون	٣٨ ٥٣	٧٧ ٠	٨٠	٣٤°١	٣٦°٧	٤٥°٣	٥٥°٧
سنسناتي في اوهايو	٣٩ ٦	٨٤ ٣٠	٥٤٠	٣٣°١	٣٤°١	٤٢°٥	٥٤°١
بلتيمور في ماريلاند	٣٩ ١٨	٧٦ ٣٧	٣٦	٣٢°٨	٣٤°٢	٤٢°٣	٥٢°٧
فيلادلفيا في بنسلڤانيا	٣٩ ٥٨	٧٥ ١٠	٤٠	٣١°٨	٣٢°٣	٤١°٠	٥١°٨
مدينة نيويورك في نيويورك	٤٠ ٤٣	٧٤ ٠	٢٣	٣٠°٢	٣٠°٤	٣٨°٣	٤٨°٦
مدينة صولت لاك في اوته	٤٠ ٤٦	١١٢ ٦	٤٢٥١	٢٧°١	٣٤°٠	٣٩°٧	٥٠°٢

الجدول السابع عشر

معدّل حرارة كل شهر وفصل ومعدّل السنة

المكان	عرض	طول	ارتفاع	ك ٢	شباط	اذار	نيسان
	° ′	° ′	قدم	°	°	°	°
نيوهافِن في كونكتيكت	٤١ ١٨	٧٢ ٥٥	٥٠	٣٦°٥	٣٨°١	٣٦°١	٤٦°٨
كليڤلاند في اوهايو	٤١ ٣١	٨١ ٥١	٦٦٠	٣٦°٢	٣٩°٠	٣٥°٦	٤٧°٧
شيكاكو في الّينواس	٤١ ٥٤	٨٧ ٣٨	٥٩١	٣٣°٦	٢٤°٧	٣٣°٣	٤٦°١
فورت لارامي في دَكُوتَه	٤٢ ١٢	١٠٤ ٤٨	٤٥١٩	٣١°٠	٣٢°٦	٣٦°٨	٤٧°٦
دتروات في مِشيكان	٤٢ ٢٠	٨٣ ٢	٥٨٠	٢٧°٠	٢٦°٦	٣٥°٤	٤٦°٣
بوستن في مسّاشوسَتْس	٤٢ ٢١	٧١ ٣	٥٠	٢٧°٨	٢٧°٩	٣٦°٢	٤٦°٤
بَفَلو في نيويورك	٤٢ ٥٣	٧٨ ٥٥	٦٠٠	٣٣°٤	٢١°١	٣٥°٥	٤٠°٧
تورنتو في كانادا	٤٣ ٤٠	٧٩ ٢٣	٣٤١	٢٤°٣	٢٣°١	٣٠°٤	٤١°٣
هاليفكس في نوڤا اسكوتسيا	٤٤ ٣٩	٦٣ ٣٧	٢٠	٢٢°٦	٢٣°٧	٣٠°٩	٣٨°٩
فورت اسنَلِن في مِنسُوطه	٤٤ ٥٣	٩٣ ٨	٨٢٠	١٣°٧	١٧°٦	٣١°٤	٤٦°٣
اسطوريه في اوريكون	٤٦ ١١	١٢٣ ٤٨	٥٠	٤٣°٠	٤٣°٦	٤٥°٧	٥٢°٨
فورت برادي في مشيكان	٤٦ ٣٩	٨٤ ٤٣	٦٠٠	١٧°٢	١٦°٢	٢٥°١	٣٨°٣
كويبك في كانادا	٤٦ ٤٩	٧١ ١٢	٣٠٠	١٠°٤	١٣°٨	٢٦°٤	٣٩°٠
سانت جونس في نيوفوندلاند	٤٧ ٣٣	٥٢ ٢٨	١٤٠	٢٣°٣	٢٠°٩	٢٤°٢	٣٣°٤
كامبرلاند هَوْس	٥٣ ٥٧	١٠٢ ١٧	٩٠٠	-٧°٠	-٤°٦	١٥°٢	٣١°٠
سِتْكا في اليشكا	٥٧ ٣	١٣٥ ١٨	٥٠	٣٠°٠	٣٠°٧	٣٤°١	٣٩°٩
نابن في لابرادور	٥٧ ١٠	٦١ ٥٠	٥٠	-٢°٩	-٠°٧	٧°٦	٢٢°٧
كودهاب في كريندلاند	٦٤ ١٠	٥٢ ٢٤		١٣°٤	١٢°٦	١٥°٦	٢٢°٠
فورت فرانكلين في بريطانيا اميركا	٦٥ ١٢	١٢٣ ١٣	٥٠٠	-٢٢°٣	-١٦°٧	-٥°٤	١٢°٤
بونيَافيلكس في النواحي القطبية	٦٩ ٥٩	٩٢ ١		-٢٨°٧	-٣٣°٠	-٢٨°٧	-٢°٦
جزيرة ملڤيل " "	٧٤ ٤٧	١١٠ ٤٨		-٣١°٣	-٣٢°٤	-١٨°٢	-٨°٢
ميناڤان رنسلير " "	٧٨ ٣٧	٧٠ ٥٣	٥	-٢٨°٢	-٢٦°٤	-٣٤°٩	-١٠°٣

الجدول السابع عشر

معدّل حرارة كل شهر وفصل ومعدّل السنة

ايار	حزيران	تموز	آب	ايلول	ت ١	ت ٢	ك ١	ربيع	صيف	خريف	شتاء	سنة
°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°	°
٧٩٫٩	٧٩٫٥	٨٠٫٠	٨٢٫٠	٨٢٫٤	٨٢٫٣	٨١٫٥	٧٩٫٧	٧٩٫٣	٨٠٫٥	٨٢٫٧	٧٨٫٦	٨٠٫٣
٨٢٫٣	٨٢٫٣	٨٢٫٣	٨٢٫٨	٨٢٫٣	٨٢٫٧	٨٢٫١	٨٠٫٤	٨١٫١	٨٢٫٤	٨٢٫٧	٧٩٫٩	٨١٫٥
٨٠٫٣	٨٠٫٦	٨١٫٧	٨١٫٠	٨٠٫٧	٧٩٫٨	٧٨٫٧	٧٦٫٧	٧٦٫٣	٧٨٫١	٨١٫١	٧٩٫٧	٧٨٫٨
٨٠٫٤	٨١٫٩	٨١٫٥	٨٢٫٤	٨١٫٠	٧٨٫٤	٧٥٫٤	٧١٫١	٧٧٫٠	٨١٫٩	٧٨٫٣	٧٠٫٩	٧٧٫٠
٦٦٫١	٦٥٫٤	٦٥٫٤	٦٤٫٩	٦٤٫٣	٦٠٫٢	٥٥٫٨	٥٢٫٠	٦٣٫٤	٦٥٫٢	٦٠٫١	٥٢٫٦	٦٠٫٦
٧٨٫٠	٨١٫٠	٨١٫٥	٨١٫٦	٨٠٫٤	٧٨٫٨	٧٥٫١	٧٣٫٥	٧٦٫٣	٨١٫٣	٧٨٫١	٧٣٫٠	٧٧٫٢
٧٩٫٠	٨١٫٤	٨٢٫٧	٨٢٫٨	٨١٫٦	٧٧٫٧	٧٤٫٧	٧٠٫٧	٧٥٫٧	٨٢٫٣	٧٨٫٠	٦٩٫٧	٧٦٫٤
٨١٫١	٨٣٫٥	٨٥٫٦	٨٥٫٩	٨٢٫٧	٦٨٫٦	٦٠٫١	٥٧٫٥	٧٤٫٠	٨٥٫٠	٧٠٫٥	٥٧٫٣	٧١٫٧
٧٣٫٥	٧٩٫٣	٨٠٫٩	٨٠٫٥	٧٨٫٦	٧١٫٩	٦٤٫١	٥٧٫٢	٦٨٫٥	٨٠٫٣	٧١٫٥	٥٨٫١	٦٩٫٦
٧٤٫٨	٧٩٫٩	٨١٫٦	٨١٫٢	٧٨٫٥	٦٩٫٨	٦٠٫٢	٥٦٫٠	٦٨٫٩	٨١٫٠	٦٩٫٣	٥٥٫٧	٦٨٫٧
٦٩٫١	٧٣٫٢	٧٥٫٧	٧٦٫٦	٧٦٫٨	٧٣٫٠	٦٥٫٨	٦٠٫٦	٦٣٫٧	٧٥٫٢	٧١٫٩	٥٨٫٨	٦٧٫٤
٦٣٫٧	٦٧٫٤	٧٢٫٧	٧٣٫٧	٧٠٫٩	٦٥٫٥	٥٦٫٩	٥١٫٧	٦٠٫٠	٧١٫٢	٦٤٫٤	٥٢٫٣	٦٣٫٠
٧٣٫٤	٧٩٫٠	٨١٫٧	٨٠٫٩	٧٦٫٩	٦٧٫٩	٥٩٫٥	٥٢٫٥	٦٥٫٨	٨٠٫٦	٦٨٫١	٥١٫٧	٦٦٫٦
٥٧٫١	٦٨٫٨	٧٢٫٦	٧٠٫٠	٦١٫٩	٥١٫٣	٣٨٫٦	٣٠٫٢	٤٩٫٧	٧٠٫٤	٥٠٫٦	٣١٫٦	٥٠٫٦
٦٥٫٤	٧٣٫٨	٧٧٫٦	٧٤٫٨	٦٧٫١	٥٧٫٥	٤٤٫٢	٣٨٫١	٥٥٫٧	٧٥٫٤	٥٦٫٣	٣٧٫٢	٥٦٫٣
٥٦٫٥	٥٧٫٧	٥٨٫٨	٥٩٫٠	٥٩٫٩	٥٩٫٨	٥٥٫٦	٥١٫٣	٥٥٫٧	٥٨٫٧	٥٨٫٤	٥١٫٣	٥٦٫٠
٦٦٫٤	٧٤٫٠	٧٨٫٥	٧٦٫٥	٦٨٫٧	٥٥٫٤	٤٠٫٩	٣٣٫٦	٥٦٫٤	٧٦٫٣	٥٥٫٠	٣٣٫٨	٥٥٫٤
٦٦٫٣	٧٤٫٤	٧٨٫٣	٧٦٫٣	٦٧٫٧	٥٦٫٧	٤٤٫٨	٣٧٫٣	٥٥٫٨	٧٦٫٣	٥٦٫٤	٣٦٫١	٥٦٫١
٦٣٫٦	٧١٫٤	٧٦٫٥	٧٤٫٣	٦٦٫٠	٥٣٫٣	٤٣٫٥	٣٣٫٨	٥٣٫٧	٧٤٫٠	٥٣٫٩	٣٣٫٧	٥٣٫٨
٦٣٫١	٧١٫٦	٧٦٫٧	٧٤٫٧	٦٧٫٨	٥٥٫٧	٤٥٫١	٣٥٫٦	٥٣٫٧	٧٤٫٣	٥٦٫٣	٣٤٫٣	٥٤٫٣
٦٣٫٥	٧١٫٥	٧٦٫٠	٧٣٫٣	٦٣٫٨	٥٤٫٥	٤٤٫٠	٣٤٫٥	٥١٫٨	٧٣٫٦	٥٤٫١	٣٣٫٩	٥٣٫١
٥٩٫٣	٦٨٫٣	٧٤٫٨	٧٣٫٣	٦٥٫٨	٥٤٫٥	٤٣٫٣	٣٣٫٥	٤٨٫٧	٧٣٫١	٥٤٫٥	٣١٫٤	٥١٫٧
٦٣٫٠	٧١٫٣	٧٦٫٩	٧٥٫٠	٦٧٫١	٥٥٫٦	٤١٫٧	٣١٫٣	٥١٫٠	٧٤٫٤	٥٤٫٨	٣٠٫٨	٥٢٫٧
٥٧٫٣	٦٧٫٠	٧١٫٧	٧٠٫٣	٦٣٫٥	٥١٫١	٤٠٫٣	٣٠٫٤	٤٦٫٧	٧٠٫٠	٥١٫٣	٢٨٫٤	٤٩٫٠
٥٦٫٦	٦٦٫٣	٧١٫٩	٦٨٫٨	٦٣٫٤	٤٩٫٣	٣٧٫٩	٢٩٫٦	٤٦٫٦	٦٩٫٠	٤٩٫٩	٢٨٫٣	٤٨٫٥
٥٦٫٣	٦٣٫٧	٧٠٫٨	٦٨٫٥	٦٠٫١	٤٨٫٥	٣٧٫٩	٢٩٫٣	٤٤٫٩	٦٧٫٣	٤٨٫٨	٢٥٫٩	٤٦٫٧
٥٦٫١	٦٧٫٣	٧٤٫٧	٧٣٫٨	٦٤٫٣	٥٠٫٩	٣٥٫٨	٢٨٫٠	٤٦٫٨	٧١٫٩	٥٠٫٣	٣١٫١	٥٠٫١
٥٦٫٠	٦٥٫٦	٦٩٫٧	٦٧٫٥	٦٠٫٠	٤٧٫٧	٣٨٫٣	٢٦٫٩	٤٥٫٩	٦٧٫٦	٤٨٫٧	٢٦٫٨	٤٧٫٣
٥٦٫٥	٦٦٫٣	٧١٫٦	٦٩٫٤	٦٣٫٣	٥١٫٥	٤١٫٠	٣١٫١	٤٦٫٣	٦٩٫١	٥١٫٦	٢٨٫٩	٤٨٫٩
٥٥٫٣	٦٧٫٤	٧١٫٥	٧٠٫٠	٥٩٫٩	٤٨٫٧	٣٧٫٣	٢٢٫٨	٤٣٫٨	٦٩٫٦	٤٨٫٦	٢٢٫٤	٤٦٫١
٥١٫٥	٦١٫٤	٦٦٫٨	٦٦٫٣	٥٨٫١	٤٥٫٣	٣٦٫٦	٢٦٫٣	٤١٫١	٦٤٫٨	٤٦٫٦	٢٤٫٥	٤٤٫٣
٤٨٫٠	٥٦٫٠	٦٣٫٠	٦٤٫٤	٥٨٫٤	٤٨٫٠	٣٨٫٥	٢٧٫٧	٣٩٫٣	٦٠٫٨	٤٨٫٣	٢٤٫٧	٤٣٫٣
٥٩٫٠	٦٨٫٤	٧٣٫٤	٧٠٫١	٥٨٫٩	٤٧٫١	٣١٫٧	١٦٫٩	٤٥٫٦	٧٠٫٦	٤٥٫٩	١٦٫١	٤٤٫٦
٥٥٫٠	٥٩٫٥	٦١٫٦	٦٣٫٠	٥٨٫٧	٥٥٫٤	٤٦٫٤	٤٠٫٧	٥١٫١	٦١٫٦	٥٣٫٧	٤٣٫٤	٥٣٫٣
٤٩٫٣	٥٨٫٤	٦٤٫٧	٦٣٫٩	٥٤٫٦	٤٣٫٥	٣٣٫٥	٢١٫٥	٣٧٫٦	٦٣٫٠	٤٣٫٥	١٨٫٣	٤٠٫٤
٥٣٫٣	٦٤٫٥	٦٩٫٠	٦٨٫١	٥٦٫٨	٤٣٫٩	٣٣٫٩	١٥٫٠	٣٩٫٥	٦٧٫٣	٤٤٫٦	١٣٫٠	٤٠٫٦
٣٩٫٣	٤٨٫٠	٥٦٫٣	٥٧٫٩	٥٣٫٠	٤٤٫٥	٣٤٫٠	٢٥٫٣	٣٣٫٣	٥٤٫٠	٤٣٫٨	٢٣٫٣	٣٨٫٣
٥١٫٣	٥٨٫٨	٦١٫٨	٥٩٫٥	٤٥٫٨	٣٥٫٠	١٧٫٣	٥٫٦	٣٣٫٥	٦٠٫٠	٣٣٫٧	- ٣٫٠	٣٠٫٨
٤٦٫٠	٥٣٫٥	٥٥٫١	٥٥٫١	٥٠٫٠	٤٤٫١	٣٧٫٧	٢٥٫٩	٤٠٫٠	٥٤٫٣	٤٣٫٩	٣٣٫٣	٤٣٫٦
٣٣٫٨	٤١٫٨	٤٨٫٣	٥١٫١	٤٣٫٣	٣٣٫٣	٢٣٫٣	٣٫٤	٢١٫٧	٤٧٫٠	٣٣٫٣	- ٠٫٤	٢٥٫١
٣٣٫٣	٣٩٫١	٤١٫٩	٤٠٫٨	٣٥٫٦	٢٩٫٨	٢١٫٩	١٧٫٥	٢٢٫٣	٤٠٫٦	٢٩٫١	١٤٫١	٢٦٫٨
٢٥٫٣	٤٨٫٠	٥٢٫١	٥٠٫٦	٤١٫٠	٢٢٫٥	- ٠٫١	-١٠٫٩	١٤٫٠	٥٠٫٢	٢١٫١	-١٦٫٧	١٧٫٢
١٥٫٦	٣٤٫٢	٤١٫٣	٣٨٫٧	٢٥٫٤	٩٫١	- ٥٫٤	-٢٢٫٤	- ٥٫٢	٢٨٫٠	٩٫٧	-٢٧٫٧	٣٫٧
١٦٫٨	٣٦٫٢	٤٢٫٤	٣٢٫٦	٢٢٫٥	-٢٫٨	-٢١٫١	-٢١٫٦	- ٢٫٢	٣٧٫١	-٠٫٥	-٢٨٫٤	١٫٢
١٢٫٤	٣٠٫١	٢٨٫٢	٣١٫٨	١٢٫٤	-٢٫٦	-٢١٫٩	-٣١٫١	-١٠٫٦	٣٣٫٤	-٤٫٠	-٢٨٫٦	-٢٫٥

المكان	العرض	الطول	الحرارة	عدد السنين
نيجر في افريقيا	٥° ٩′	— ٦° ′	٨٥°٣٧	١
ماراكايبو في اميركا الجنوبية	١٠ ٤٣	٧١ ٥٣	٨٤°٧٥	١
كوكا في اواسط افريقيا	١٣ ١٠	— ١٤ ٣٠	٨٣°٦٣	٣
شبه جزيرة كوبُرك في اوستراليا	— ١١ ٥	— ١٣٢ ١٥	٨٢°٧٩	١
پوند يشري في الهند	١١ ٥٦	— ٧٩ ٥٣	٨٢°٥٨	٣
كلكوتا في الهند	٢٢ ٣٥	— ٨٨ ٢٠	٨٢°٤١	٤
مدرس في الهند	١٣ ٤	— ٨٠ ١٩	٨١°٩٤	٠
سَمَرَنْك في جاڤا	— ٦ ٥٠	— ١١٠ ٣٠	٨١°٨٧	٢١
نكبور في الهند	٢١ ٨	— ٧٩ ١١	٨١°٥٩	٣
ربو بريبشي في كيانا البريطانية	٦ ٢٩	٥٧ ٢٤	٨١°٥٦	١
سانت ڤنسنت في الهند الغربية	١٣ ١٠	٦٠ ٣١	٨١°٥٢	٦
بورتريكو في الهند الغربية	١٨ ٢٩	٦٦ ١٣	٨١°٣٨	٥
كينيا في افريقيا	٥ ٣٠	٠ ٠	٨١°٣٨	١
سانت دمينكو في الهند الغربية	١٨ ٢٩	٧٠ ٠	٨١°٣٩	١
سانت كريستوفر في الهند الغربية	١٧ ٤٤	٦٤ ٤٩	٨١°٣٧	١
بومباي في الهند	١٨ ٥٦	— ٧٢ ٥٤	٨١°٣٧	١
سانت توماس في الهند الغربية	١٨ ٢١	٦٤ ٥٦	٨١°٣٣	١
انجركندي في الهند	١١ ٤٠	— ٧٥ ٤٠	٨١°٠٧	٠
كبي في افريقيا	١٤ ١١	— ٣٨ ٨	٨٠°٩٦	١٢
كُلُمبو في كيلان	٦ ٥٧	— ٨٠ ٠	٨٠°٧٥	١
ترنكوملي في كيلان	٨ ٣٤	— ٨١ ٢٢	٨٠°٧٥	٣
دمراره في كيانا البريطانية	٦ ٤٥	٥٨ ٣	٨٠°٧١	١
پارا في برازيل	— ١ ٢٨	٤٨ ٢٩	٨٠°٧٠	٤
سنكابور في ملقا	١ ١٧	— ١٠٣ ٥٠	٨٠°٦٨	٦
پارك كمپ الاعلى في جاميكا	١٧ ٥٨	٧٦ ٥٠	٨٠°٦٣	١
فورت دندس في اوستراليا	— ١١ ٢٥	— ١٣٢ ٢٥	٨٠°٦٣	١

الجدول الثامن عشر . الاماكن التي معدّل حرارتها فوق ٨٠° ف

المكان	العرض	الطول	الحرارة	عدد السنين
	° '	° '	°	
كريستينسبرج في افريقيا	٥ ٣٤	— ٠ ١٦	٨٠٫٤٢	٤
باراماريبو في كيانا الفلمنكية	٥ ٤٤	٥٥ ١٣	٨٠٫٣٠	٢
بناريس في الهند	٢٥ ١٨	— ٨٢ ٥٦	٨٠٫٣٦	٣
كنكستون في الهند الغربية	١٣ ٨	٦٠ ٣٧	٨٠٫٢٥	١
كونپور في الهند	٢٦ ٢٩	— ٨٠ ٢٢	٨٠٫٢١	١
مصر العليا	٢٦ ٠	— ٣٣ ٤٠	٨٠٫١٠	١

الجدول التاسع عشر . الاماكن التي معدّل حرارتها تحت ١٨° ف

المكان	العرض	الطول	الحرارة	عدد السنين
	° '	° '	°	
مينا ڤان رنسلير	٧٨ ٣٧	٧٠ ٥٣	-٢٫٤٦	٢
جزيرة ملڤيل	٧٤ ٤٧	١١٠ ٤٨	+١٫٢٤	١
أستينسك في سيبيريا	٧٠ ٥٥	-١٢٨ ٢٤	٢٫٧٥	٢
پورت بوين في النواحي القطبية	٧٣ ١٤	٨٨ ٥٦	٣٫٥٣	١
بوثيا فيلكس في النواحي القطبية	٦٩ ٥٩	٩٢ ١	٣٫٧٠	٢
اكلولك في اميركا الشمالية	٦٩ ٢١	٨١ ٥٣	٥٫٥٥	١
فورت هوپ في اميركا الشمالية	٦٢ ٣٢	٨٦ ٥٦	٦٫١٠	
جزيرة ونتر	٦٦ ١١	٨٣ ١١	٨٫٨٢	١
نشنه كولمسك في سيبيريا	٦٨ ٣٢	-١٦٠ ٥٦	٩٫٥٠	٢
يخوتسك في سيبيريا	٦٢ ٢	-١٢٩ ٤٤	١١٫٥٣	١٧
فورت إنتَرْپرَيز في اميركا الشمالية	٦٤ ٢٠	١١٣ ٦	١٣٫٩٠	٣
ڤريشه پفورته في نوڤا زمبلا	٧٠ ٣٦	— ٥٧ ٤٧	١٤٫٩٠	١
يوكُن في روسيا اميركا	٦٦ ٠	١٤٧ ٠	١٦٫٨٠	١
متوشكِن شار في نوڤا زمبلا	٧٣ ١٩	— ٥٧ ٢٠	١٦٫٩٣	١
فورت فرانكلين في بحيرة الدب الاكبر	٦٥ ١٢	١٢٣ ١٣	١٧٫١٨	٢
فورت تشرشل في خليج هدصن	٥٩ ٢	٩٣ ١٠	١٧٫٤٥	٢

الاماكن التي فسحة صعود الحرارة وهبوطها فيها لشهر صغيرة

المكان	العرض ° '	الطول ° '	احرّ الاشهر °	ابرد الاشهر °	الفرق °	عدد السنين
كموبن في اميركا الجنوبية	٥ ٢٨	٥٤ ٤٢	٧٩°٢	٧٧°٠	٢°٢	٢
بويتنزرك في جاوا	-٦ ٣٧	-١٠٦ ٤٩	٧٧°٨	٧٥°٢	٢°٦	٣
سُتّيه في اسيا			٨١°٢	٧٨°٥	٢°٧	١
پورتو داسپانا في اميركا الجنوبية	١٠ ٢٨	٦١ ٣٤	٧٩°٥	٧٦°٥	٣°٠	١
سنكابور في اسيا	١ ١٧	-١٠٣ ٥٠	٨٢°٢	٧٨°٥	٣°٧	٦
كنكستون في سانت ڤنسنت	١٣ ٨	٦٠ ٣٧	٨١°٨	٧٨°١	٣°٧	١
كندي في كيلان	٧ ١٧	- ٨٠ ٤٩	٧٤°٦	٧٠°٦	٤°٠	٣
سانت ڤنسنت في الهند الغربية	١٣ ١٠	٦٠ ٣١	٨٣°٣	٧٩°٣	٤°٠	٦
كركس في اميركا الجنوبية	١٠ ٣١	٦٧ ٥	٧٣°٥	٦٩°٤	٤°١	١
سَمَرَنك في جاوا	-٦ ٥٠	-١١٠ ٣٠	٨٤°٢	٨٠°١	٤°١	١
بكوطه في اميركا الجنوبية	٤ ٣٦	٧٤ ١٤	٦١°٩	٥٧°٦	٤°٣	١
طوڤر في اميركا الجنوبية	١٠ ٣١	٦٧ ٣٠	٦٦°٠	٦١°٥	٤°٥	١
بربادوس في الهند الغربية	١٣ ٤	٥٩ ٣٧	٨٠°٦	٧٦°١	٤°٥	١
سانت برثولوميو في الهند الغربية	١٧ ٥٣	٦٢ ٥٤	٨٣°٣	٧٨°٧	٤°٦	١
لاكيارا في اميركا الجنوبية	١٠ ٣٧	٦٧ ٧	٨١°١	٧٦°٥	٤°٦	١
فريتون في غربي افريقيا	٨ ٣٠	١٣ ١٠	٨٢°٠	٧٧°٠	٥°٠	١
باتاڤيا في جاوا	-٦ ٩	-١٠٦ ٥٣	٨٠°٠	٧٥°٠	٥°٠	١
تريڤندرَم في هندستان	٨ ٣١	- ٧٤ ٥٠	٨٢°٧	٧٧°٧	٥°٠	٨
راياتيا في جزائر سوسَيتي	-١٦ ٤٠	١٥٦ ١٦	٨٠°٩	٧٥°٧	٥°٢	١
انتكوى في الهند الغربية	١٧ ٨	٦١ ٤٨	٨١°٩	٧٦°٥	٥°٤	١
پاراماريبو في كيانا الفلمنكية	٥ ٤٤	٥٥ ١٣	٨٣°٤	٧٨°٠	٥°٤	٢
كوتيما لا في اواسط اميركا	١٤ ٣٦	٩٠ ٢٨	٧١°٢	٦٥°٨	٥°٤	١
سانت توماس في الهند الغربية	١٨ ٢١	٦٤ ٥٦	٨٣°٧	٧٨°٢	٥°٥	١
پارك كمپ الاعلى في جاميكا	١٧ ٥٨	٧٦ ٥٠	٨٣°٠	٧٧°٥	٥°٥	١

الجدول الحادي والعشرون

الاماكن التي فسحة صعود الحرارة وهبوطها فيها لشهر كبيرة

المكان	العرض ° '	الطول ° '	احرّ الاشهر °	ابرد الاشهر °	الفرق °	عدد السنين
يخوتسك في سيبيريا	٦٢ ٢	—١٢٩ ٤٤	٦٢°٢	—٤٣°٨	١٠٦°٠	١٧
أُستينسك في سيبيريا	٧٠ ٥٥	—١٢٨ ٢٤	٥٢°٧	—٣٨°٩	٩١°٦	٤
فورت تشرشل في خليج هدصن	٥٩ ٢	٩٣ ١٠	٥٨°٠	—٢٨°٠	٨٦°٠	١
برتشنسك في روسيا	٥١ ١٨	—١١٩ ٢٠	٦٤°٠	—٢١°٣	٨٥°٣	١٤
أُدسكوي اوستروك في سيبيريا	٥٤ ٣٠	—١٣٤ ٥٨	٦١°٠	—٢١°٦	٨٢°٦	١
أُتكسك في روسيا	٥٧ ٤٥	— ٥٩ ٢٢	٧٣°٩	— ٦°٩	٨٠°٨	١
كِرجِس في روسيا	٥٠ ٠	— ٦٠ ٠	٦٧°٥	—١٣°٠	٨٠°٥	١
أَرَلسك في روسيا	٥١ ١١	— ٥١ ٢٢	٧٨°٤	— ٠°٢	٧٨°٦	٣
فورت سِمبسن في بريطانيا اميركا	٦٢ ١١	١٢١ ٣٢	٦٣°٥	—١٣°٥	٧٧°٠	٢
كمبرلاند هَوْس " "	٥٣ ٥٧	١٠٢ ١٧	٦١°٨	—١٣°٢	٧٥°٠	١
جزيرة ملفل " " "	٧٤ ٤٧	١١٠ ٤١	٤٢°٤	—٣٢°٥	٧٤°٩	١
فورت فرانكلين في بحيرة الدب الاكبر	٦٥ ١٢	١٢٣ ١٣	٥٢°١	—٢٢°٣	٧٤°٤	١
بوثيا فيلكس في بريطانيا اميركا	٦٩ ٥٩	٩٢ ١	٤١°٣	—٣٢°٠	٧٣°٣	٣
بارنول في روسيا	٥٣ ٢٠	— ٨٣ ٢٧	٦٧°٥	— ٥°٦	٧٣°١	٦
نشني توجِلسك في روسيا	٥٧ ٥٦	— ٦٠ ٨	٧٠°٣	١°٢	٦٩°١	٢
بوكوسلوسك , ,	٥٩ ٤٥	— ٥٩ ٥٩	٦٦°٠	— ٣°١	٦٩°١	٦
تومسك " "	٥٦ ٣٠	— ٨٥ ١٠	٦٥°٣	— ٣°٥	٦٨°٨	٥
اركونسك " "	٥٢ ١٧	—١٠٤ ١٧	٦٤°٨	— ٣°٣	٦٨°١	١٠
اكلولك في بريطانيا اميركا	٦٩ ٢١	٨١ ٥٣	٣٩°١	—٢٨°٢	٦٧°٣	١
اورنبرج في روسيا	٥٠ ٤٦	— ٥٥ ٦	٦٧°٢	٠°٨	٦٦°٤	٨

الجدول الثاني والعشرون

الاماكن التي فسحة صعود الحرارة وهبوطها فيها صغيرة على الاطلاق

المكان	العرض °	العرض ′	الطول °	الطول ′	الاعلى °	الاوطا °	الفسحة °
بربادوس في الهند الغربية	١٣	٥	٥٩	٣٧	٨٦	٧٣	١٤
پولوپنانك في بوغاز ملقا	٥	٢٥	—١٠٠	١٩	٩٠	٧٦	١٤
كوراساو في اميركا الجنوبية	١٢	٦	٦٩	٣٠	٩١	٧٥	١٦
سان لويس دومارانها في برازيل	— ٢	٣١	٤٤	١٨	٩٣	٧٦	١٦
سورينام في كيانا الفلمنكية	٥	٣٨	٥٥	٣٠	٩٠	٧٠	٢٠
لاكيارا في فنزويلا	١٠	٣٦	٦٧	٧	٩١	٧٠	٢١
ساين في كيانا	٤	٥٦	٥٢	١٧	٨٧	٦٥	٢٢
امبوينو في الارخبيل الشرقي	٣	٤١	—١٢٨	١٧	٩١	٦٨	٢٣
طحيتي في المحيط الجنوبي	—١٧	٢٩	١٤٩	٣٠	٩٠	٦٥	٢٥
ماراكايبو في فنزويلا	١٠	٤٣	٧١	٥٢	٩٩	٧٠	٢٩
سنكابور في ملقا	١	١٧	—١٠٣	٥٠	٩٥	٦٦	٢٩
كويتو في اكوادور	— ٠	١٤	٧٨	٤٥	٧٢	٤٣	٢٩
ليما في بيرو	—١٢	٣	٧٧	٨	٨٦	٥٧	٢٩
سانت هيلانه في الاتلانتيكي الجنوبي	—١٥	٥٥	٥	٤٣	٨٣	٥٣	٣٠
پورت لويس في جزيرة فرانس	—٢٠	١٠	— ٥٧	٣٠	٩١	٦٠	٣١
مارتينيك في الهند الغربية	١٤	٤٠	٦١	٣	٩٥	٦٢	٣٣
تريبيداد في بحر كريبيان	١٠	٣٩	٦١	٣٣	٩٣	٦١	٣٢
سانت برثولماوس في الهند الغربية	١٧	٥٤	٦٢	٥٤	٩٧	٦٤	٣٣
بارامارِبو في كيانا	٥	٤٥	٥٥	١٣	٩٤	٦١	٣٣
فنكال في مَدَبْره	٣٢	٣٨	١٦	٥٦	٨٥	٥١	٣٤
فيراكروز في مكسيكو	١٩	١٢	٩٦	٩	٩٦	٦١	٣٥
فورت دندس في اوستراليا	—١١	٢٥	—١٣٢	٢٥	١٠٠	٦٣	٣٧

 الجدول الثالث والعشرون. الاماكن التي فسحة صعود الحرارة وهبوطها فيها كبيرة على الاطلاق

المكان	العرض '	العرض °	الطول '	الطول °	الاعلى °	الاوطا °	الفسحة °
بارنول في اسيا	٢٠	٥٣	٣٧	٨٣ —	٩٦	—٦٧	١٦٣
يخوتسك في سيبيريا	٢	٦٢	٤٤	١٢٩—	٨٦	—٧٦	١٦٢
نجني تكوبلسك في جبال ارال	٥٦	٥٧	٨	٦٠ —	٩٥	—٦٠	١٥٥
بوكوسلوسك " " "	٤٥	٥٩	٥٩	٥٩ —	٩١	—٦٣	١٥٤
فورت ربلانيس في بريطانيا اميركا	٤٦	٦٢	٠	١٠٩	٨١	—٧٠	١٥١
زلاتوست في جبال ارال	١١	٥٥	٤٥	٥٩ —	٨٨	—٥٧	١٤٥
نرتشنسك في سيبيريا	١٨	٥١	٣٠	١١٩—	٩٤	—٥٠	١٤٤
كاترينبرج في جبال ارال	٥٠	٥٦	٣٤	٦٠ —	٩٤	—٤٨	١٤٢
موسكو في روسيا	٤٥	٥٥	٣٤	٣٧ —	٩٤	—٤٧	١٤١
مونتريال في كانادا	٣١	٤٥	٣٣	٧٣	١٠٢	—٣٨	١٤٠
لوفيل في نيويورك	٤٧	٤٣	٣٣	٧٥	١٠٠	—٤٠	١٤٠
كويبك في كانادا	٤٩	٤٦	١٢	٧١	٩٩	—٤٠	١٣٩
فورت هوارد في وِسكُنسِن	٣٠	٤٤	٥	٨٨	١٠٠	—٣٨	١٣٨
نجني كولِمسك في سيبيريا	٣٢	٦٨	٥٦	١٦٠—	٧٢	—٦٥	١٣٧
أنونتاكِس في لابلاندا	٣٠	٦٨	٤٧	٢٠ —	٧٩	—٥٨	١٣٧
كازان في روسيا	٤٨	٥٥	٧	٤٩ —	٩٧	—٤٠	١٣٧
فورت سنلنك في منّسوتا	٥٣	٤٤	١٠	٩٣	١٠٠	—٣٧	١٣٧
مونتكومري في نيويورك	٣٢	٤١	٠	٧٤	١٠٤	—٣٣	١٣٧
تورنيا في لابلاندا	٢٧	٦٦	٥٥	٢٣ —	٧٧	—٥٨	١٣٥
لوكان في روسيا	٣٥	٤٨	٢١	٣٩ —	١٠١	—٣٣	١٣٤
كرانفيل في نيويورك	٣٠	٤٤	١٧	٧٣	١٠٢	—٣١	١٣٣
سانت لويس في مشوري	٣٧	٣٨	١٥	٩٠	١٠٨	—٢٥	١٣٣
كندرهوك في نيويورك	٢٢	٤٢	٤٣	٧٣	١٠٢	—٣٠	١٣٢
شكاكو في الّنواس	٥٣	٤١	٣٧	٨٧	١٠٢	—٣٠	١٣٢
الباني في نيويورك	٣٩	٤٢	٤٤	٧٣	٩٩	—٣٢	١٣١

الجدول الرابع والعشرون

ارتفاع حدّ الثلج عن البحر

الجبل	العرض	الارتفاع	الجبل	العرض	الارتفاع
	' °	قدم		' °	قدم
سبتسبركن	شم ٧٨	٠	جبال بولور	شم ٣٠ ٣٧	١٧٠١٠
نورث كيب	١٠ ٧١	٣٤٠٠	هندكو	٣٠ ٣٤	١٥٧٣٥
جبال ناروج	٣٠ ٧٠	٣١٧٨	الجانب الشمالي من جبال حمالايا	٣٠	١٧٣٩٢
سليتلما في لاپلاندا	٧٦	٣٨٣٥			
ايسلاندا	٦٥	٣٠٨٠	الجانب الجنوبي من جبال حمالايا	٢٨	١٤٢٨٠
جبال ناروج	٦٢	٥١٥٥			
جبال الدان في سيبيريا	٥٥ ٦٠	٤٤٧٠	كورد يلاراس في مكسيكو	١٩	١٤٨٦٨
كمتشتكا	٣٠ ٥٩	٥٢٤٩	جبال الحبش	١٠ ١٣	١٤٠٦٥
جبال ناروج	٣٠ ٥٩	٥٤٢٣	سيارا نڤادا في مريدا	٥ ٨	١٤٩٣٠
أنلشكا في غربي اميركا	٣٠ ٥٦	٣٥١٠	بركان توليما	٤٦ ٤	١٥٣٢٥
جبال التائي	٥٠	٧٢٤٦	پوراسي في اميركا الجنوبية	شم ١٥ ٢	١٥٣٨١
جبال البا	٤٥ ٤٥	٨٨٩٠	نڤادوس في كويتو	٠ ٠	١٥٩٦٠
قوه قاف	٣٠ ٤٣	١٠٨١٨	كوتوپكسي	جنو ٤١ ٠	١٥٩٣٤
الجبال الصخرية	٤٣	١٢٤٦٧	اركوبيا في بوليڤيا	١٦	١٧٣٥٠
جبال البرن	٤٥ ٤٣	٨٦٧٦	پاكَنا " "	١٨	١٨٥٢٤
ارارات	٤٢ ٣٩	١٤١٧٠	پورتلو في شيلي	٣٣	١٤٧٠٨
ارغاوس	٣٣ ٣٨	١٠٧٠٥	كورد يلاراس في شيلي	٣٠ ٤٢	٦٠٠٠
اتنا	شم ٣٠ ٣٧	٩٤٨٥	بوغاز مجلاّن	جنو ٣٠ ٥٣	٣٧٠٧

الجدول الخامس والعشرون

كميات تُضرَب بها فضلة البلبوس الجاف والبلبوس الرطب لمعرفة فضلة الحرارة ودرجة الندى

الجاف	الكمية	الجاف	الكمية	الجاف	الكمية	الجاف	الكمية	الجاف	الكمية	الجاف	الكمية
°		°		°		°		°		°	
١٠	٨٫٧٨	٢٥	٦٫٥٣	٤٠	٢٫٢٩	٥٥	١٫٩٦	٧٠	١٫٧٧	٨٥	١٫٦٥
١١	٨٫٧٨	٢٦	٦٫٠٨	٤١	٢٫٢٦	٥٦	١٫٩٤	٧١	١٫٧٦	٨٦	١٫٦٥
١٢	٨٫٧٨	٢٧	٥٫٦١	٤٢	٢٫٢٣	٥٧	١٫٩٢	٧٢	١٫٧٥	٨٧	١٫٦٤
١٣	٨٫٧٧	٢٨	٥٫١٢	٤٣	٢٫٢٠	٥٨	١٫٩٠	٧٣	١٫٧٤	٨٨	١٫٦٤
١٤	٨٫٧٦	٢٩	٤٫٦٣	٤٤	٢٫١٨	٥٩	١٫٨٩	٧٤	١٫٧٣	٨٩	١٫٦٣
١٥	٨٫٧٥	٣٠	٤٫١٥	٤٥	٢٫١٦	٦٠	١٫٨٨	٧٥	١٫٧٢	٩٠	١٫٦٣
١٦	٨٫٧٠	٣١	٣٫٧٠	٤٦	٢٫١٤	٦١	١٫٨٧	٧٦	١٫٧١	٩١	١٫٦٢
١٧	٨٫٦٢	٣٢	٣٫٣٢	٤٧	٢٫١٢	٦٢	١٫٨٦	٧٧	١٫٧٠	٩٢	١٫٦٢
١٨	٨٫٥٠	٣٣	٣٫٠١	٤٨	٢٫١٠	٦٣	١٫٨٥	٧٨	١٫٦٩	٩٣	١٫٦١
١٩	٨٫٣٤	٣٤	٢٫٧٧	٤٩	٢٫٠٨	٦٤	١٫٨٣	٧٩	١٫٦٩	٩٤	١٫٦٠
٢٠	٨٫١٤	٣٥	٢٫٦٠	٥٠	٢٫٠٦	٦٥	١٫٨٢	٨٠	١٫٦٨	٩٥	١٫٦٠
٢١	٧٫٨٨	٣٦	٢٫٥٠	٥١	٢٫٠٤	٦٦	١٫٨١	٨١	١٫٦٨	٩٦	١٫٥٩
٢٢	٧٫٦٠	٣٧	٢٫٤٢	٥٢	٢٫٠٢	٦٧	١٫٨٠	٨٢	١٫٦٧	٩٧	١٫٥٩
٢٣	٧٫٢٨	٣٨	٢٫٣٦	٥٣	٢٫٠٠	٦٨	١٫٧٩	٨٣	١٫٦٧	٩٨	١٫٥٨
٢٤	٦٫٩٢	٣٩	٢٫٣٢	٥٤	١٫٩٨	٦٩	١٫٧٨	٨٤	١٫٦٦	٩٩	١٫٥٨

الجدول السادس والعشرون

في رطوبة الهواء

حرارة الهواء	فضلة حرارة الهواء ودرجة الندى																	
	٠°	١°	٢°	٣°	٤°	٥°	٦°	٧°	٨°	٩°	١٠°	١٢°	١٤°	١٦°	١٨°	٢٠°	٢٢°	٢٤°
٦°	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٦٩	٦٦	٦٣	٥٧	٥٢	٤٧	٤٣	٣٩	٣٥	٣٢
٧	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٦٩	٦٦	٦٣	٥٧	٥٢	٤٧	٤٣	٣٩	٣٥	٣٢
٨	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٦٩	٦٦	٦٣	٥٧	٥٢	٤٧	٤٣	٣٩	٣٥	٣٢
٩	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٦٩	٦٦	٦٣	٥٨	٥٢	٤٨	٤٣	٣٩	٣٥	٣٢
١٠	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٧٠	٦٦	٦٣	٥٨	٥٢	٤٨	٤٣	٣٩	٣٦	٣٢
١١	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٧٠	٦٦	٦٣	٥٨	٥٣	٤٨	٤٣	٣٩	٣٦	٣٣
١٢	١٠٠	٩٥	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٧٠	٦٦	٦٣	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٦	٣٣
١٣	١٠٠	٩٥	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٧٠	٦٦	٦٣	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٦	٣٣
١٤	١٠٠	٩٥	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٧٠	٦٦	٦٤	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٦	٣٣
١٥	١٠٠	٩٥	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٧٠	٦٧	٦٤	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٦	٣٣
١٦	١٠٠	٩٥	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	١٦	٧٣	٧٠	٦٦	٦٤	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٦	٣٣
١٧	١٠٠	٩٥	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٧٠	٦٦	٦٤	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٦	٣٣
١٨	١٠٠	٩٥	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٦٩	٦٦	٦٣	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤	٣٦	٣٣
١٩	١٠٠	٩٥	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٦٩	٦٦	٦٣	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٧	٣٣
٢٠	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٦٩	٦٦	٦٣	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤	٣٧	٣٣
٢١	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٦٩	٦٦	٦٣	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٧	٣٣
٢٢	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٧٠	٦٦	٦٣	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٧	٣٣
٢٣	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٣	٨٠	٧٦	٧٣	٧٠	٦٦	٦٤	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٧	٣٤
٢٤	١٠٠	٩٦	٩١	٨٧	٨٤	٨٠	٧٦	٧٣	٧٠	٦٧	٦٤	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٧	٣٤
٢٥	١٠٠	٩٦	٩١	٨٨	٨٤	٨٠	١٦	١٣	٧٠	٦٧	٦٤	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٧	٣٤
٢٦	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٨	٨٤	٨٠	٧٧	٧٣	٧٠	٦٧	٦٤	٥٨	٥٣	٤٩	٤٤	٤٠	٣٧	٣٤
٢٧	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٨	٨٤	٨٠	٧٧	٧٣	١٠	٦٧	٦٤	٥٨	٥٣	٤٩	٤٤	٤١	٣٧	٣٤
٢٨	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٨	٨٤	٨٠	١٧	٧٤	٧٠	٦٧	٦٤	٥٩	٥٣	٤٩	٤٥	٤١	٣٧	٣٤
٢٩	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٨	٨٤	٨١	٧٧	١٤	٧٠	٦٧	٦٤	٥٩	٥٤	٤٩	٤٥	٤١	٣٧	٣٤
٣٠	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٨	٨٤	٨١	٧٧	٧٤	٧١	٦٨	٦٥	٥٩	٥٤	٤٩	٤٥	٤١	٣٧	٣٤
٣١	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٨	٨٤	٨١	٧٧	٧٤	٧١	٦٨	٦٥	٥٩	٥٤	٤٩	٤٥	٤١	٣٧	٣٤
٣٢	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٨	٨٥	٨١	٧٨	٧٤	٧١	٦٨	٦٥	٦٠	٥٤	٥٠	٤٥	٤١	٣٨	٣٤
٣٣	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٩	٨٥	٨١	٧٨	٧٥	٧١	٦٨	٦٥	٦٠	٥٥	٥٠	٤٦	٤٢	٣٨	٣٥
٣٤	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٩	٨٥	٨٢	٧٨	٧٥	٧٢	٦٩	٦٦	٦٠	٥٥	٥٠	٤٦	٤٢	٣٨	٣٥
٣٥	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٩	٨٥	٨٢	٧٨	٧٥	٧٢	٦٩	٦٦	٦٠	٥٥	٥١	٤٦	٤٢	٣٨	٣٥
٣٦	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٩	٨٥	٨٢	٧٩	٧٥	٧٢	٦٩	٦٦	٦١	٥٦	٥١	٤٦	٤٢	٣٩	٣٥
٣٧	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٩	٨٥	٨٢	٧٩	٧٦	٧٢	٦٩	٦٧	٦١	٥٦	٥١	٤٧	٤٢	٣٩	٣٦
٣٨	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٩	٨٥	٨٢	٧٩	٧٦	٧٢	٧٠	٦٧	٦١	٥٦	٥١	٤٧	٤٢	٣٩	٣٦
٣٩	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٩	٨٥	٨٢	٧٩	٧٦	٧٢	٧٠	٦٧	٦٢	٥٦	٥٢	٤٧	٤٢	٣٩	٣٦
٤٠	١٠٠	٩٦	٩٢	٨٩	٨٦	٨٢	٧٩	٧٦	٧٢	٧٠	٦٧	٦٢	٥٧	٥٢	٤٨	٤٢	٤٠	٣٦
٤١	١٠٠	٩٦	٩٣	٨٩	٨٦	٨٢	٧٩	٧٦	٧٣	٧٠	٦٧	٦٢	٥٧	٥٢	٤٨	٤٤	٤٠	٣٦
٤٢	١٠٠	٩٦	٩٣	٨٩	٨٦	٨٢	٧٩	٧٦	٧٣	٧٠	٦٨	٦٢	٥٧	٥٣	٤٨	٤٤	٤٠	٣٧
٤٣	١٠٠	٩٦	٩٣	٨٩	٨٦	٨٢	٧٩	٧٦	٧٣	٧١	٦٨	٦٢	٥٨	٥٣	٤٨	٤٤	٤١	٣٧
٤٤	١٠٠	٩٦	٩٣	٨٩	٨٦	٨٣	٧٩	٧٦	٧٣	٧١	٦٨	٦٣	٥٨	٥٣	٤٩	٤٥	٤١	٣٧
٤٥	١٠٠	٩٦	٩٣	٨٩	٨٦	٨٣	٨٠	٧٦	٧٤	٧١	٦٨	٦٣	٥٨	٥٣	٤٩	٤٥	٤١	٣٨
٤٦	١٠٠	٩٦	٩٣	٨٩	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	٧٤	٧١	٦٨	٦٣	٥٨	٥٤	٤٩	٤٥	٤١	٣٨
٤٧	١٠٠	٩٦	٩٣	٨٩	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	٧٤	٧١	٦٨	٦٣	٥٨	٥٤	٤٩	٤٥	٤٢	٣٨
٤٨	١٠٠	٩٦	٩٣	٨٩	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	٧٤	٧١	٦٨	٦٣	٥٨	٥٤	٥٠	٤٦	٤٢	٣٨
٤٩	١٠٠	٩٦	٩٣	٨٩	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	٧٤	٧١	٦٨	٦٣	٥٩	٥٤	٥٠	٤٦	٤٢	٣٩
٥٠	١٠٠	٩٦	٩٣	٨٩	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	٧٤	٧١	٦٩	٦٣	٥٩	٥٤	٥٠	٤٦	٤٢	٣٩

الجدول السادس والعشرون

في رطوبة الهواء

حرارة الهواء	حرارة الهواء ودرجة الندى																	
	°٠	°١	°٢	°٣	°٤	°٥	°٦	°٧	°٨	°٩	°١٠	°١٢	°١٤	°١٦	°١٨	°٢٠	°٢٢	°٢٤
°٥١	١٠٠	٩٦	٩٣	٨٩	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	٧٤	٧١	٦٩	٦٤	٥٩	٥٤	٥٠	٤٦	٤٣	٣٩
٥٢	١٠٠	٩٦	٩٣	٨٩	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	٧٤	٧١	٦٩	٦٤	٥٩	٥٥	٥٠	٤٧	٤٣	٣٩
٥٣	١٠٠	٩٦	٩٣	٩٠	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	٧٤	٧٢	٦٩	٦٤	٥٩	٥٥	٥١	٤٧	٤٣	٤٠
٥٤	١٠٠	٩٦	٩٣	٩٠	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	٧٤	٧٢	٦٩	٦٤	٥٩	٥٥	٥١	٤٧	٤٣	٤
٥٥	١٠٠	٩٦	٩٣	٩٠	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	٧٤	٧٢	٦٩	٦٤	٥٩	٥٥	٥١	٤٧	٤٣	٤
٥٦	١٠٠	٩٦	٩٣	٩٠	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	٧٥	٧٢	٦٩	٦٤	٥٩	٥٥	٥١	٤٧	٤٤	٤
٥٧	١٠٠	٩٦	٩٣	٩٠	٨٦	٨٣	٨٠	٧٧	٧٥	٧٢	٦٩	٦٤	٦٠	٥٥	٥١	٤٧	٤٤	٤٠
٥٨	١٠٠	٩٦	٩٣	٩٠	٨٧	٨٣	٨	٧٨	٧٥	٧٢	٦٩	٦٤	٦٠	٥٥	٥١	٤٧	٤٤	٤١
٥٩	١٠٠	٩٦	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٨	٧٥	٧٢	٧٠	٦٥	٦٠	٥٥	٥١	٤٨	٤٤	٤١
٦٠	١٠٠	٩٦	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٨	٧٥	٧٢	٧٠	٦٥	٦٠	٥٦	٥٢	٤٨	٤٤	٤١
٦١	١٠٠	٩٦	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٨	٧٥	٧٢	٧٠	٦٥	٦٠	٥٦	٥٢	٤٨	٤٤	٤١
٦٢	١٠٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٨	٧٥	٧٢	٧٠	٦٥	٦	٥٦	٥٢	٤٨	٤٤	٤١
٦٣	١٠٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٨	٧٥	٧٢	٧٠	٦٥	٦٠	٥٦	٥٢	٤٨	٤٥	٤١
٦٤	١٠٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٨	٧٥	٧٣	٧٠	٦٥	٦٠	٥٦	٥٢	٤٨	٤٥	٤١
٦٥	١٠٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٨	٧٥	٧٣	٧٠	٦٥	٦١	٥٦	٥٢	٤٩	٤٥	٤٢
٦٦	١٠٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٨	٧٥	٧٣	٧٠	٦٥	٦١	٥٦	٥٢	٤٩	٤٥	٤٢
٦٧	١٠٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٨	٧٦	٧٣	٧	٦٥	٦١	٥٧	٥٣	٤٩	٤٥	٤٢
٦٨	١٠٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٨	٧٦	٧٣	٧٠	٦٦	٦١	٥٧	٥٣	٤٩	٤٥	٤٢
٦٩	١٠٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٨	٧٦	٧٣	٧١	٦٦	٦١	٥٧	٥٣	٤٩	٤٦	٤٢
٧٠	١٠٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٨	٧٦	٧٣	٧١	٦٦	٦١	٥٧	٥٣	٤٩	٤٦	٤٢
٧١	١٠٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٩	٧٦	٧٣	٧١	٦٦	٦١	٥٧	٥٣	٤٩	٤٦	٤٣
٧٢	١٠٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٩	٧٦	٧٣	٧١	٦٦	٦١	٥٧	٥٣	٤٩	٤٦	٤٣
٧٣	١٠٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨١	٧٩	٧٦	٧٣	٧١	٦٦	٦٢	٥٧	٥٣	٥٠	٤٦	٤٣
٧٤	١٠٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨٢	٧٩	٧٦	٧٤	٧١	٦٦	٦٢	٥٧	٥٣	٥٠	٤٦	٤٣
٧٥	١٠٠	٩٧	٩٣	٩٠	٨٧	٨٤	٨٢	٧٩	٧٦	٧٤	٧١	٦٦	٦٢	٥٨	٥٤	٥٠	٤٦	٤٣
٧٦	١٠٠	٩٧	٩٤	٩٠	٨٧	٨٥	٨٢	٧٩	٧٦	٧٤	٧١	٦٦	٦٢	٥٨	٥٤	٥٠	٤٧	٤٣
٧٧	١٠٠	٩٧	٩٤	٩٠	٨٧	٨٥	٨٢	٧٩	٧٦	٧٤	٧١	٦٧	٦٢	٥٨	٥٤	٥٠	٤٧	٤٣
٧٨	١٠٠	٩٧	٩٤	٩٠	٨٨	٨٥	٨٢	٧٩	٧٦	٧٤	٧١	٦٧	٦٢	٥٨	٥٤	٥٠	٤٧	٤٤
٧٩	١٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٢	٧٩	٧٧	٧٤	٧١	٦٧	٦٢	٥٨	٥٤	٥٠	٤٧	٤٤
٨٠	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٢	٧٩	٧٧	٧٤	٧٢	٦٧	٦٢	٥٨	٥٤	٥١	٤٧	٤٤
٨١	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٢	٧٩	٧٧	٧٤	٧٢	٦٧	٦٢	٥٨	٥٤	٥١	٤٧	٤٤
٨٢	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٢	٧٩	٧٧	٧٤	١٢	٦٧	٦٢	٥٨	٥٥	٥١	٤٧	٤٤
٨٣	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٢	٧٩	٧٧	٧٤	٧٢	٦٧	٦٢	٥٩	٥٥	٥١	٤٨	٤٤
٨٤	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٢	٧٩	٧٧	٧٤	٧٢	٦٧	٦٢	٥٩	٥٥	٥١	٤٨	٤٤
٨٥	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٢	٨٠	٧٧	٧٥	٧٢	٦٧	٦٢	٥٩	٥٥	٥١	٤٨	٤٥
٨٦	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٢	٨٠	٧٧	٧٥	٧٢	٦٧	٦٢	٥٩	٥٥	٥١	٤٨	٤٥
٨٧	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٢	٨٠	٧٧	٧٥	٧٢	٦٨	٦٢	٥٩	٥٥	٥٢	٤٨	٤٥
٨٨	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٢	٨٠	٧٧	٧٥	٧٢	٦٨	٦٢	٥٩	٥٥	٥٢	٤٨	٤٥
٨٩	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٣	٨٠	٧٧	٧٥	٧٢	٦٨	٦٣	٥٩	٥٥	٥٢	٤٨	٤٥
٩٠	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٣	٨٠	٧٧	٧٥	٧٣	٦٨	٦٤	٥٩	٥٦	٥٢	٤٩	٤٥
٩١	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٣	٨٠	٧٧	٧٥	٧٣	٦٨	٦٤	٦٠	٥٦	٥٢	٤٩	٤٥
٩٢	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٣	٨٠	٧٨	٧٥	٧٣	٦٨	٦٤	٦٠	٥٦	٥٢	٤٩	٤٦
٩٣	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٥	٨٣	٨٠	٧٨	٧٥	٧٣	٦٨	٦٤	٦٠	٥٦	٥٢	٤٩	٤٦
٩٤	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٦	٨٣	٨٠	٧٨	٧٥	٧٣	٦٨	٦٤	٦٠	٥٦	٥٢	٤٩	٤٦
٩٥	١٠٠	٩٧	٩٤	٩١	٨٨	٨٦	٨٣	٨٠	٧٨	٧٥	٧٣	٦٨	٦٤	٦٠	٥٦	٥٣	٤٩	٤٦

الجدول السابع والعشرون

قوّة مرونة البخار المائي

الحرارة	قوة البخار	الحرارة	قوة البخار	الحرارة	قوة البخار	الحرارة	قوة البخار	الحرارة	قوة البخار
°	قيراط	°	قيراط	°	قيراط	°	قيراط	°	قيراط
—٣٠	٫٠٠٩	٤٧	٫٣٢٢	٦٩	٫٧٠٨	٨١٫٤	١٫٠٧١	٩١٫٤	١٫٤٧٣
—٢٥	٫٠١٢	٤٧٫٥	٫٣٢٩	٦٩٫٣	٫٧١٦	٨١٫٦	١٫٠٧٨	٩١٫٦	١٫٤٨٣
—٢٠	٫٠١٦	٤٨	٫٣٣٥	٦٩٫٧	٫٧٢٥	٨١٫٨	١٫٠٨٥	٩١٫٨	١٫٤٩١
—١٥	٫٠٢١	٤٨٫٥	٫٣٤١	٧٠	٫٧٣٣	٨٢٫٠	١٫٠٩٣	٩٢٫٠	١٫٥٠١
—١٠	٫٠٢٧	٤٩	٫٣٤٨	٧٠٫٣	٫٧٤٠	٨٢٫٢	١٫٠٩٩	٩٢٫٢	١٫٥١٠
— ٥	٫٠٣٤	٤٩٫٥	٫٣٥٤	٧٠٫٧	٫٧٥١	٨٢٫٤	١٫١٠٦	٩٢٫٤	١٫٥٢٠
٠	٫٠٤٢	٥٠	٫٣٦١	٧١	٫٧٥٨	٨٢٫٦	١٫١١٤	٩٢٫٦	١٫٥٢٩
+ ٢	٫٠٤٨	٥٠٫٥	٫٣٦٧	٧١٫٣	٫٧٦٦	٨٢٫٨	١٫١٢١	٩٢٫٨	١٫٥٣٩
٤	٫٠٥٢	٥١	٫٣٧٤	٧١٫٧	٫٧٧٦	٨١٫	١٫١٢٨	٩٣٫٠	١٫٥٤٨
٦	٫٠٥٧	٥١٫٥	٫٣٨١	٧٢	٫٧٨٤	٨٣٫٢	١٫١٣٥	٩٣٫٢	١٫٥٥٨
٨	٫٠٦٣	٥٢	٫٣٨٨	٧٢٫٣	٫٧٩٢	٨٣٫٤	١٫١٤٣	٩٣٫٤	١٫٥٦٨
١٠	٫٠٦٨	٥٢٫٥	٫٣٩٥	٧٢٫٧	٫٨٠٣	٨٣٫٦	١٫١٥٠	٩٣٫٦	١٫٥٧٧
١٢	٫٠٧٥	٥٣	٫٤٠٣	٧٣	٫٨١١	٨٣٫٨	١٫١٥٨	٩٣٫٨	١٫٥٨٧
١٤	٫٠٨٣	٥٣٫٥	٫٤١٠	٧٣٫٣	٫٨٢٠	٨٤٫٠	١٫١٦٥	٩٤٫٠	١٫٥٩٧
١٦	٫٠٩٠	٥٤	٫٤١٨	٧٣٫٧	٫٨٣١	٨٤٫٢	١٫١٧٣	٩٤٫٢	١٫٦٠٧
١٨	٫٠٩٨	٥٤٫٥	٫٤٢٥	٧٤	٫٨٣٩	٨٤٫٤	١٫١٨٠	٩٤٫٤	١٫٦١٧
٢٠	٫١ ٨	٥٥	٫٤٣٣	٧٤٫٣	٫٨٤٨	٨٤٫٦	١٫١٨٨	٩٤٫٦	١٫٦٢٧
٢١	٫١١٢	٥٥٫٥	٫٤٤١	٧٤٫٧	٫٨٥٩	٨٤٫٨	١٫١٩٥	٩٤٫٨	١٫٦٣٧
٢٢	٫١١٨	٥٦	٫٤٤٩	٧٥٫٠	٫٨٦٨	٨٥٫٠	١٫٢٠٣	٩٥٫٠	١٫٦٤٧
٢٣	٫١٢٣	٥٦٫٥	٫٤٥٧	٧٥٫٢	٫٨٧٣	٨٥٫٢	١٫٢١١	٩٥٫٢	١٫٦٥٧
٢٤	٫١٢٩	٥٧	٫٤٦٥	٧٥٫٤	٫٨٧٩	٨٥٫٤	١٫٢١٩	٩٥٫٤	١٫٦٦٧
٢٥	٫١٣٥	٥٧٫٥	٫٤٧٤	٧٥٫٦	٫٨٨٥	٨٥٫٦	١٫٢٢٦	٩٥٫٦	١٫٦٧٧
٢٦	٫١٤١	٥٨	٫٤٨٣	٧٥٫٨	٫٨٩١	٨٥٫٨	١٫٢٣٤	٩٥٫٨	١٫٦٨٨
٢٧	٫١٤٧	٥٨٫٥	٫٤٩١	٧٦٫٠	٫٨٩٧	٨٦٫٠	١٫٢٤٣	٩٦٫٠	١٫٦٩٨
٢٨	٫١٥٣	٥٩	٫٥٠٠	٧٦٫٢	٫٩٠٣	٨٦٫٢	١٫٢٥٠	٩٦٫٢	١٫٧ ٨
٢٩	٫١٦٠	٥٩٫٥	٫٥٠٩	٧٦٫٤	٫٩٠٩	٨٦٫٤	١٫٢٥٨	٩٦٫٤	١٫٧١٩
٣٠	٫١٦٧	٦٠	٫٥١٨	٧٦٫٦	٫٩١٥	٨٦٫٦	١٫٢٦٦	٩٦٫٦	١٫٧٢٩
٣١	٫١٧٤	٦٠٫٥	٫٥٢٧	٧٦٫٨	٫٩٢١	٨٦٫٨	١٫٢٧٤	٩٦٫٨	١٫٧٤٠
٣٢	٫١٨١	٦١	٫٥٣٦	٧٧٫٠	٫٩٢٧	٨٧٫٠	١٫٢٨٢	٩٧٫٠	١٫٧٥١
٣٣	٫١٨٨	٦١٫٥	٫٥٤٦	٧٧٫٢	٫٩٣٣	٨٧٫٢	١٫٢٩٠	٩٧٫٢	١٫٧٦١
٣٤	٫١٩٦	٦٢	٫٥٥٦	٧٧٫٤	٫٩٣٩	٨٧٫٤	١٫٢٩٨	٩٧٫٤	١٫٧٧٢
٣٥	٫٢٠٤	٦٢٫٥	٫٥٦٦	٧٧٫٦	٫٩٤٦	٨٧٫٦	١٫٣٠٧	٩٧٫٦	١٫٧٨٣
٣٦	٫٢١٢	٦٣	٫٥٧٦	٧٧٫٨	٫٩٥٢	٨٧٫٨	١٫٣١٥	٩٧٫٨	١٫٧٩٤
٣٧	٫٢٢٠	٦٣٫٣	٫٥٨٣	٧٨٫٠	٫٩٥٨	٨٨٫٠	١٫٣٢٣	٩٨٫٠	١٫٨٠٥
٣٨	٫٢٢٩	٦٣٫٧	٫٥٩٠	٧٨٫٢	٫٩٦٤	٨٨٫٢	١٫٣٣٢	٩٨٫٢	١٫٨١٦
٣٩	٫٢٣٨	٦٤	٫٥٩٦	٧٨٫٤	٫٩٧١	٨٨٫٤	١٫٣٤٠	٩٨٫٤	١٫٨٢٧
٤٠	٫٢٤٨	٦٤٫٣	٫٦٠٣	٧٨٫٦	٫٩٧٧	٨٨٫٦	١٫٣٤٩	٩٨٫٦	١٫٨٣٨
٤٠٫٥	٫٢٥٣	٦٤٫٧	٫٦١١	٧٨٫٨	٫٩٨٤	٨٨٫٨	١٫٣٥٧	٩٨٫٨	١٫٨٤٩
٤١	٫٢٥٧	٦٥	٫٦١٧	٧٩٫٠	٫٩٩٠	٨٩٫٠	١٫٣٦٦	٩٩٫٠	١٫٨٦١
٤١٫٥	٫٢٦٣	٦٥٫٣	٫٦٢٤	٧٩٫٢	٫٩٩٧	٨٩٫٢	١٫٣٧٥	٩٩٫٢	١٫٨٧٢
٤٢	٫٢٦٧	٦٥٫٧	٫٦٣٢	٧٩٫٤	١٫٠٠٣	٨٩٫٤	١٫٣٨٣	٩٩٫٤	١٫٨٨٣
٤٢٫٥	٫٢٧٢	٦٦	٫٦٣٩	٧٩٫٦	١٫٠١٠	٨٩٫٦	١٫٣٩٢	٩٩٫٦	١٫٨٩٥
٤٣	٫٢٧٧	٦٦٫٣	٫٦٤٦	٧٩٫٨	١٫٠١٦	٨٩٫٨	١٫٤٠١	٩٩٫٨	١٫٩٠٦
٤٣٫٥	٫٢٨٣	٦٦٫٧	٫٦٥٥	٨٠٫٠	١٫٠٢٣	٩٠٫٠	١٫٤١٠	١٠٠٫٠	١٫٩١٨
٤٤	٫٢٨٨	٦٧	٫٦٦٢	٨٠٫٢	١٫٠٣٠	٩٠٫٢	١٫٤١٩	١٠٠٫٢	١٫٩٢٩
٤٤٫٥	٫٢٩٤	٦٧٫٣	٫٦٦٨	٨٠٫٤	١٫٠٣٧	٩٠٫٤	١٫٤٢٧	١٠٠٫٤	١٫٩٤١
٤٥	٫٢٩٩	٦٧٫٧	٫٦٧٨	٨٠٫٦	١٫٠٤٣	٩٠٫٦	١٫٤٣٦	١٠٠٫٦	١٫٩٥٣
٤٥٫٥	٫٣٠٥	٦٨	٫٦٨٥	٨٠٫٨	١٫٠٥٠	٩٠٫٨	١٫٤٤٦	١٠٠٫٨	١٫٩٦٥
٤٦	٫٣١١	٦٨٫٣	٫٦٩٣	٨١٫٠	١٫٠٥٧	٩١٫٠	١٫٤٥٥	١٠١٫٠	١٫٩٧٧
٤٦٫٥	٫٣١٧	٦٨٫٧	٫٧٠١	٨١٫٢	١٫٠٦٤	٩١٫٢	١٫٤٦٤	١٠١٫٢	١٫٩٨٨

الجدول الثامن والعشرون

لمقابلة ضغط الريح بسرعتها

الضغط على قدم مربع	السرعة اميالاً في الساعة	الضغط ليبرات على قدم مربع	السرعة اميالاً في الساعة	الضغط ليبرات على قدم مربع	السرعة اميالاً في الساعة	الضغط ليبرات على قدم مربع	السرعة اميالاً في الساعة	الضغط ليبرات على قدم مربع	السرعة اميالاً في الساعة
٠٫٠٨	١٫٠٠٠	٦٫٧٥	٣٦٫٧٤٣	١٧٫٥٠	٥٩٫١٦٠	٢٨٫٢٥	٧٥٫١٦٦	٣٩٫٢٥	٨٨٫٦٠٠
٠٫٢٥	١٫٧٦٧	٧٫٠٠	٣٧٫٤١٦	١٧٫٧٥	٥٩٫٥٨١	٢٨٫٥٠	٧٥٫٤٩٨	٣٩٫٥٠	٨٨٫٨٨١
٠٫٥٠	٢٫٥٠٠	٧٫٢٥	٣٨٫٠٧٨	١٨٫٠٠	٦٠٫٠٠٠	٢٨٫٧٥	٧٥٫٨٢٨	٣٩٫٧٥	٨٩٫١٦٣
٠٫٧٥	٣٫٠٦١	٧٫٥٠	٣٨٫٧٢٩	١٨٫٢٥	٦٠٫٤١٥	٢٩٫٠٠	٧٦٫١٥٧	٤٠٫٠٠	٨٩٫٤٤٣
١٫٠٠	٣٫٥٣٥	٧٫٧٥	٣٩٫٣٧٠	١٨٫٥٠	٦٠٫٨٢٧	٢٩٫٢٥	٧٦٫٤٨٥	٤٠٫٢٥	٨٩٫٧٢١
٢	٥٫٠٠٠	٨٫٠٠	٤٠٫٠٠٠	١٨٫٧٥	٦١٫٢٣٧	٢٩٫٥٠	٧٦٫٨١١	٤٠٫٥٠	٩٠٫٠٠٠
٣	٦٫١٢٣	٨٫٢٥	٤٠٫٦٢٠	١٩٫٠٠	٦١٫٦٤٤	٢٩٫٧٥	٧٧٫١٣٦	٤٠٫٧٥	٩٠٫٢٧٧
٤	٧٫٠٧١	٨٫٥٠	٤١٫٢٣١	١٩٫٢٥	٦٢٫٠٤٨	٣٠٫٠٠	٧٧٫٤٥٩	٤١٫٠٠	٩٠٫٥٥٣
٥	٧٫٩٠٥	٨٫٧٥	٤١٫٨٣٣	١٩٫٥٠	٦٢٫٤٤٩	٣٠٫٢٥	٧٧٫٧٨١	٤١٫٢٥	٩٠٫٨٢٩
٦	٨٫٦٦٠	٩٫٠٠	٤٢٫٤٢٦	١٩٫٧٥	٦٢٫٨٤٩	٣٠٫٥٠	٧٨٫١٠٢	٤١٫٥٠	٩١٫١٠٤
٧	٩٫٣٥٤	٩٫٢٥	٤٣٫٠١١	٢٠٫٠٠	٦٣٫٢٤٥	٣٠٫٧٥	٧٨٫٤٢١	٤١٫٧٥	٩١٫٣٧٨
٨	١٠٫٠٠٠	٩٫٥٠	٤٣٫٥٨٨	٢٠٫٢٥	٦٣٫٦٣٩	٣١٫٠٠	٧٨٫٧٤٠	٤٢٫٠٠	٩١٫٦٥١
٩	١٠٫٦٠٦	٩٫٧٥	٤٤٫١٥٨	٢٠٫٥٠	٦٤٫٠٣١	٣١٫٢٥	٧٩٫٠٥٦	٤٢٫٢٥	٩١٫٩٢٣
١٠	١١٫١٨٠	١٠٫٠٠	٤٤٫٧٢١	٢٠٫٧٥	٦٤٫٤٢٠	٣١٫٥٠	٧٩٫٣٧٢	٤٢٫٥٠	٩٢٫١٩٥
١١	١١٫٧٢٦	١٠٫٢٥	٤٥٫٢٧٦	٢١٫٠٠	٦٤٫٨٠٧	٣١٫٧٥	٧٩٫٦٨٦	٤٢٫٧٥	٩٢٫٤٦٦
١٢	١٢٫٢٤٧	١٠٫٥٠	٤٥٫٨٢٥	٢١٫٢٥	٦٥٫١٩٢	٣٢٫٠٠	٨٠٫٠٠٠	٤٣٫٠٠	٩٢٫٧٣٦
١٣	١٢٫٧٤٧	١٠٫٧٥	٤٦٫٣٦٨	٢١٫٥٠	٦٥٫٥٧٤	٣٢٫٢٥	٨٠٫٣١١	٤٣٫٢٥	٩٣٫ ٠٥
١٤	١٣٫٢٢٨	١١٫٠٠	٤٦٫٩٠٤	٢١٫٧٥	٦٥٫٩٥٤	٣٢٫٥٠	٨٠٫٦٢٢	٤٣٫٥٠	٩٣٫٢٧٣
١٥	١٣٫٦٩٣	١١٫٢٥	٤٧٫٤٣٤	٢٢٫٠٠	٦٦٫٣٣٢	٣٢٫٧٥	٨٠٫٩٣٢	٤٣٫٧٥	٩٣٫٥٤١
ليبرات		١١٫٥٠	٤٧٫٩٥٨	٢٢٫٢٥	٦٦٫٧٠٨	٣٣٫٠٠	٨١٫٢٤٠	٤٤٫٠٠	٩٣٫٨٠٨
١	١٤٫١٤٢	١١٫٧٥	٤٨٫٤٧٦	٢٢٫٥٠	٦٧٫٠٨٢	٣٣٫٢٥	٨١٫٥٤٧	٤٤٫٢٥	٩٤٫ ٧٤
١٫٢٥	١٥٫٨١١	١٢٫٠٠	٤٨٫٩٨٩	٢٢٫٧٥	٦٧٫٤٥٢	٣٣٫٥٠	٨١٫٨٥٢	٤٤٫٥٠	٩٤٫٣٣٩
١٫٥٠	١٧٫٣٢٠	١٢٫٢٥	٤٩٫٤٩٧	٢٣٫٠٠	٦٧٫٨٢٣	٣٣٫٧٥	٨٢٫١٥٨	٤٤٫٧٥	٩٤٫٦٠٤
١٫٧٥	١٨٫٧٠٨	١٢٫٥٠	٥٠٫٠٠٠	٢٣٫٢٥	٦٨٫١٩٠	٣٤٫٠٠	٨٢٫٤٦٢	٤٥٫٠٠	٩٤٫٨٦٨
٢٫٠٠	٢٠٫٠٠٠	١٢٫٧٥	٥٠٫٤٩٧	٢٣٫٥٠	٦٨٫٥٥٦	٣٤٫٢٥	٨٢٫٧٦٤	٤٥٫٢٥	٩٥٫١٣١
٢٫٢٥	٢١٫٢١٣	١٣٫٠٠	٥٠٫٩٩٠	٢٣٫٧٥	٦٨٫٩٢٠	٣٤٫٥٠	٨٣٫٠٦٦	٤٥٫٥٠	٩٥٫٣٩٣
٢٫٥٠	٢٢٫٣٦٠	١٣٫٢٥	٥١٫٤٧٨	٢٤٫٠٠	٦٩٫٢٨٢	٣٤٫٧٥	٨٣٫٣٦٦	٤٥٫٧٥	٩٥٫٦٥٥
٢٫٧٥	٢٣٫٤٥٢	١٣٫٥٠	٥١٫٩٦١	٢٤٫٢٥	٦٩٫٦٤١	٣٥٫٠٠	٨٣٫٦٦٦	٤٦٫٠٠	٩٥٫٩١٦
٣٫٠٠	٢٤٫٤٩٤	١٣٫٧٥	٥٢٫٤٤٠	٢٤٫٥٠	٧٠٫٠٠٠	٣٥٫٢٥	٨٣٫٩٦٤	٤٦٫٢٥	٩٦٫١٧٦
٣٫٢٥	٢٥٫٤٩٥	١٤٫٠٠	٥٢٫٩١٥	٢٤٫٧٥	٧٠٫٣٥٦	٣٥٫٥٠	٨٤٫٢٦١	٤٦٫٥٠	٩٦٫٤٣٦
٣٫٥٠	٢٦٫٤٥٧	١٤٫٢٥	٥٣٫٣٨٥	٢٥٫٠٠	٧٠٫٧١٠	٣٥٫٧٥	٨٤٫٥٥٧	٤٦٫٧٥	٩٦٫٦٩٥
٣٫٧٥	٢٧٫٣٨٦	١٤٫٥٠	٥٣٫٨٥١	٢٥٫٢٥	٧١٫٠٦٣	٣٦٫٠٠	٨٤٫٨٥٢	٤٧٫٠٠	٩٦٫٩٥٣
٤٫٠٠	٢٨٫٢٨٤	١٤٫٧٥	٥٤٫٣١٣	٢٥٫٥٠	٧١٫٤١٤	٣٦٫٢٥	٨٥٫١٤٦	٤٧٫٢٥	٩٧٫٢١١
٤٫٢٥	٢٩٫١٥٤	١٥٫٠٠	٥٤٫٧٧٢	٢٥٫٧٥	٧١٫٧٦٣	٣٦٫٥٠	٨٥٫٤٤٠	٤٧٫٥٠	٩٧٫٤٦٧
٤٫٥٠	٣٠٫٠٠٠	١٥٫٢٥	٥٥٫٢٢٦	٢٦٫٠٠	٧٢٫١١١	٣٦٫٧٥	٨٥٫٧٣٢	٤٧٫٧٥	٩٧٫٧٢٤
٤٫٧٥	٣٠٫٨٢٢	١٥٫٥٠	٥٥٫٦٧٧	٢٦٫٢٥	٧٢٫٤٥٦	٣٧٫٠٠	٨٦٫٠٢٣	٤٨٫٠٠	٩٧٫٩٧٩
٥٫٠٠	٣١٫٦٢٢	١٥٫٧٥	٥٦٫١٢٤	٢٦٫٥٠	٧٢٫٨٠١	٣٧٫٢٥	٨٦٫٣١٢	٤٨٫٢٥	٩٨٫٢٣٤
٥٫٢٥	٣٢٫٤٠٣	١٦٫٠٠	٥٦٫٥٦٨	٢٦٫٧٥	٧٣٫١٤٢	٣٧٫٥٠	٨٦٫٦٠٢	٤٨٫٥٠	٩٨٫٤٨٨
٥٫٥٠	٣٣٫١٦٦	١٦٫٢٥	٥٧٫٠٠٨	٢٧٫٠٠	٧٣٫٤٨٤	٣٧٫٧٥	٨٦٫٨٩٠	٤٨٫٧٥	٩٨٫٧٤٢
٥٫٧٥	٣٣٫٩١١	١٦٫٥٠	٥٧٫٤٤٥	٢٧٫٢٥	٧٣٫٨٢٤	٣٨٫٠٠	٨٧٫١٧٧	٤٩٫٠٠	٩٨٫٩٩٤
٦٫٠٠	٣٤٫٦٤١	١٦٫٧٥	٥٧٫٨٧٩	٢٧٫٥٠	٧٤٫١٦١	٣٨٫٢٥	٨٧٫٤٦٤	٤٩٫٢٥	٩٩٫٢٤٧
٦٫٢٥	٣٥٫٣٥٥	١٧٫٠٠	٥٨٫٣٠٩	٢٧٫٧٥	٧٤٫٤٩٨	٣٨٫٥٠	٨٧٫٧٤٩	٤٩٫٥٠	٩٩٫٤٩٨
٦٫٥٠	٣٦٫٠٥٥	١٧٫٢٥	٥٨٫٧٣٦	٢٨٫٠٠	٧٤٫٨٣٣	٣٨٫٧٥	٨٨٫٠٣٤	٤٩٫٧٥	٩٩٫٧٤٩
٦٫٧٥	٣٦٫٧٤٣	١٧٫٥٠	٥٩٫١٦٠	٢٨٫٢٥	٧٥٫١٦٦	٣٩٫٠٠	٨٨٫٣١٧	٥٠٫٠٠	١٠٠٫٠٠٠

المكان	العرض °	العرض '	الطول °	الطول '	الارتفاع قدم	المقدار قيراط
ليما في بيرو	-١٢	٠	٧٧	٢	٥٣٠	٠
ثيبس في مصر	٢٥	٤٣	٣٢	٣٥		٠
بقرب مرزوق في فزّان	٢٥	٥٤	١٤	١٢		٠
تّنا في شمالي افريقيا	٢٨	٣٩	٦	٤٦		٠
القاهرة في مصر	٣٠	٢	-٣١	١٥		١٬٣١
كُرَّاخي في هندستان	٢٤	٥٠	-٦٧	٠		١٬٥٠
كُتري في هندستان	٢٥	٢٠	-٦٨	١٤		١٬٧٤
بسكارا في الجزائر	٣٤	٥١	-٥	٤٠	٣٥٠	٢٬٥٠
فورت يوما في كاليفورنيا	٣٢	٤٣	١١٤	٣٦	١٢٠	٣٬٢٤
استرخان في روسيا	٤٦	٢١	-٤٨	٥	٧٠	٤٬٠٨
حيدرعبد في هندستان	٢٥	٢٠	-٦٨	٢٠		٤٬٥٠
ريسك في روسيا	٤٦	٤	-٦١	٤٧		٥٬٩٩
ارالخ في روسيا	٣٩	٥٣	-٤٤	٣٣	٢٦٠٠	٦٬١٥
مندوسا في لابلاتا	-٣٢	٥٢	٦٩	٦	٢٦٠٠	٦٬٥٠
نوفو بتروسك في روسيا	٤٤	٢٧	-٥٠	٨	١١٥	٦٬٧٢
فورت كنراد في نيومكسيكو	٣٣	٣٤	١٠٧	٩	٤٥٧٦	٦٬٧٦
سان لويس ري في كاليفورنيا	٣٣	١٣	١١٧	٣٠	٢٠	٦٬٩٥
بارنول في سيبيريا	٥٣	٢٠	-٨٣	٢٧	٤٠٠	٧٬٤٧
طاوس في نيومكسيكو	٣٦	٢١	١٠٥	٤٢	٨٠٠٠	٧٬٤٨
كومانا في ڤنزويلا	١٠	٢٧	٦٤	١٥		٧٬٥٢
سفاستوبول في روسيا	٤٤	٣٦	-٣٣	٣٢		٧٬٦٧
سوكرّو في نيومكسيكو	٣٤	١٠	١٠٦	٥٤	٤٥٦٠	٧٬٨٦
سمفروبول في روسيا	٤٤	٥٧	-٣٤	٦	٧٨٠	٨٬٧٥
باكو في روسيا	٤٠	٢٢	-٤٩	٤٧	-٥٣	٩٬٠٥
فورت فلمور في نيومكسيكو	٣٢	١٣	١٠٦	٤٢	٣٩٣٧	٩٬٢٣
البوكرك في نيومكسيكو	٣٥	٦	١٠٦	٣٨	٥٠٣٢	٩٬٤٢

الجدول الثلثون

الاماكن التي معدّل المطر السنوي فيها كثير

المكان	العرض	الطول	الارتفاع	المقدار
	° ′	° ′	قدم	قيراط
شراپونجي في هندستان	٣٥ ١٤	— ٩١ ٤٠	٤١٣٥	٥٩٢
مطوبا في كوادلوب	١٦ ١٠	٦١ ٥٠	٤٠٠٠؟	٢٩٢
مارانهاو في برازيل	— ٢ ٣١	٤٤ ١٨		٢٨٠
اتري ملّي في هندستان	٨ ٣٩	— ٧٧ ٠	٤٥٠٠	٢٦٧
مهبالشوار في هندستان	١٧ ٥٤	— ٧٣ ٣٨	٤٣٠٠	٢٥٤
سلكة في هندستان	٢٤ ٥٣	— ٩١ ٤٧		٢٠٩
ستاي في بلاد الانكليز	٥٤	٣	١٦٠٠	٢٠٦
ارقان في هندستان	٢٠ ٤٧	— ٩٣ ٢٥		٢٠٠
اوغسطا پيك في هندستان	٨	— ٧٧	٦٢٠٠	١٩٤
سيرّا ليوني في غربي افريقيا	٨ ٢٠	١٣ ٨		١٨٩
صندله في هندستان	١٧	— ٧٣	٤٦٠٠	١٨٥
ڤيراكروز في مكسيكو	١٩ ١٢	٩٦ ٩		١٨٣
صندوي في هندستان	١٨ ٢٥	— ٩٤ ٣٠		١٧٨
ماولمين في برمه	١٦ ٣	— ٩٧ ٣٨		١٧٥
أنغري في هندستان	٨	— ٧٧	٢٢٠٠	١٧٠
سانت بنوات في جزيرة البربون	—٢٠ ٥١	— ٥٥ ٣٠		١٦٣
مرماتو في نيوكرانادا	٤ ٤٠	٧٤ ٤٢	٤٦٧٨	١٦٣
دمرارا في كيانا	٦ ٤٥	٥٨ ٢		١٥٦
كركّس في كلومبيا	١٠ ٢٢	٦٧ ٥	٢٧٣٠	١٥٥
اكيب في هندستان	٢٠ ٨	— ٩٢ ٥٢		١٥٥
ليوكاني في ماردومينكو	١٨ ٣٠	٧٢ ٣٠		١٥٠
بويتنزرك في جاڤا	— ٦ ٣٧	—١٠٦ ٤٩		١٤٧

الجدول الحادي والثلاثون

قوة مواد مختلفة على الاشعاع ليلاً

جلد الارنب البري	١٢١٦	النحاس الاحمر	٨٣٩
جلد الارنب الداجن	١٢٤٠	مسحوق الفحم	٧٧٦
الصوف الابيض على العشب	١٢٢٣	الخشب	٧٧٣
الكتان على العشب	١١٨٦	التنك المسوّد	٧٧٠
الحرير	١١٠٧	الرصاص	٧٥٧
الصوف القطني الابيض	١٠٨٥	مسحوق الرصاص الاسود	٦٩٧
		الزنك	٦٨١
القطن الاصفر	١٠٠٥	الحديد	٦٤٣
الحشيش	١٠٠٠	القرطاس	٦١٤
القطن الاسود على العشب	٩٩٣	دقاق النشارة	٦١٠
مسحوق السناج	٩٦١	اللوح الحجري	٥٧٣
الفلانلا	٨٨٦	تراب البساتين الناعم	٤٧٣
صوف الحملان الازرق الفاتح	٨٧٦	ورق التنك	٤٧٠
العشب الاقصر من قيراط طولاً	٨٧٠	رمل الانهر	٤٥٤
		الحجر	٣٩٠
الزجاج	٨٦٤	القرميد	٣٧٣
مسحوق الطباشير	٨٤٠	الحصى	٣٨٨

الجدول الثاني والثلاثون

معدّل المطر لكل شهر وفصل وللسنة

المحل	العرض	الطول	الارتفاع	ك ٢	شباط	اذار	نيسان	ايار
	° ′	° ′	قدم	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط
پاراماريبو في كيانا الفلمنكية	٥ ٤٤	٥٥ ١٣		١٨٫٧٤	١٦٫٥٤	٢٠٫٧٥	٢١٫١٠	٢٣٫٢٣
كاركس في ڤنزويلا	١٠ ٣٢	٦٧ ١٢		١٫٠٠	٠٫٢٥	١٫١٠	١٫٣٠	١٧٫٠٠
مطوبا في كوادلوپ	١٦ ١٠	٦١ ٥٠		٢١٫٣٠	١٧٫٧٦	٢٢٫٦٤	٢١٫٣٨	١٨٫١١
ڤيراكروز في مكسيكو	١٩ ١٢	٩٦ ٩	٥٠	٥٫١٠	٠٫٠٠	٠٫٠٠	٠٫٥٠	٣١٫٤٠
هافانا في كوبا	٢٣ ٩	٨٢ ٢٢	٥٠	٤٫٩٧	٣٫٠٨	٤٫٠٨	٢٫٣٨	١٠٫١١
كي وست في فلوريدا	٢٤ ٣٢	٨١ ٤٨	١٠	٢٫٣٠	١٫٢٢	٢٫٨٣	١٫٣٤	٣٫٩٢
كوريس كريستي في تكساس	٢٧ ٤٧	٩٧ ٢٧	٢٠	٣٫٩٦	٢٫٣٧	١٫٢٥	٤٫٠١	٤٫٦٨
فورت بروك في تكساس	٢٨ ٠	٨٢ ٢٨	٢٠	٢٫٢٠	٣٫٠١	٣٫٢٧	١٫٩٥	٣٫٢٤
سانت اغسطين في فلوريدا	٢٩ ٤٨	٨١ ٣٥	٢٥	٢٫٠٩	١٫٦٣	٢٫٣٤	١٫٥٦	٢٫٠٠
نيواورليانس في لويسيانا	٢٩ ٥٧	٩٠ ٠	١٠	٥٫٦١	٢٫٩٠	٣٫٩٠	٣٫٢٩	٤٫١٠
موبيلي في الاباما	٣٠ ٤٢	٨٨ ١	٣٠	٨٫٨٩	٥٫٠٧	٥٫٨٦	٤٫٩٥	٣٫٤٢
سافنّا في جورجيا	٣٢ ٦	٨١ ٥	٣٠	٢٫٧٦	٢٫٥٣	٣٫٦٩	٢٫١١	٥٫٢٠
سان دياكو في كليفورنيا	٣٢ ٤٢	١١٧ ١٣	١٥٠	٠٫٨٣	٢٫٠١	١٫٤٠	٠٫٧٧	٠٫٥٧
شارلستون في كرولينا الجنوبية	٣٢ ٤٦	٧٩ ٥٦	٣٠	٢٫٣٣	٣٫٣٩	٣٫٠٢	١٫٧٢	٣٫٦٦
سانتافاي في نيومكسيكو	٣٥ ٤١	١٠٦ ١	٦٨٤٦	٠٫٣١	٠٫٥٧	١٫٢٩	٠٫٨٠	٠٫٧٤
نشڤيل في تنيسي	٣٦ ٩	٨٦ ٤٩	٥٢٣	٥٫٠١	٣٫٩٨	٤٫٩١	٥٫٢٠	٤٫٩٤
نورفوك في فرجينيا	٣٦ ٥٠	٧٦ ١٩	٨	٣٫٢٦	٢٫٧٤	٣٫٣٣	٢٫٨٠	٣٫٦٤
فورت مسشوستز	٣٧ ٣٢	١٠٥ ٢٢	٨٣٦٥	٠٫٢٢	٠٫٧٢	٠٫٩٤	٠٫٤٢	٢٫١٤
سان فرنسيسكو في كليفورنيا	٣٧ ٤٨	١٢٢ ٢٧	١٥٠	٣٫٢٣	٣٫٣١	٤٫٦١	٣٫٧٢	٠٫٤٨
سكرمنتو " "	٣٨ ٣٥	١٢١ ٢٨	٥٠	٢٫٩٨	٢٫٣٦	٣٫٩٧	١٫٤٤	٠٫٨٧
سانت لويس في مسوري	٣٨ ٣٧	٩٠ ١٥	٤٨١	٢٫٠٣	٢٫٢٣	٣٫٤٠	٣٫٩٣	٤٫٩٧
واشنطون	٣٨ ٥٣	٧٧ ٠	٧٨	٤٫٤٥	٢٫٧٥	٢٫٥٧	٤٫٠٣	٣٫٨٥
سنسناتي في اوهايو	٣٩ ٦	٨٤ ٣٠	٥٥٠	٣٫٢٥	٣٫٥١	٣٫٩٣	٣٫٦٦	٤٫٥٥

الجدول الثاني والثلاثون

معدّل المطر لكل شهر وفصل وللسنة

حزيران	تموز	آب	ايلول	ت ١	ت ٢	ك ١	الربيع	الصيف	الخريف	الشتاء	السنة
قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط
١٦٫٣٤	٥٫٨٩	١٫٧٧	٠٫٦٣	١٫٤٦	٢٫٩٩	١٢٫٠٣	٦٥٫٠٨	٢٤٫٠٠	٥٫٠٨	٤٨٫٣١	١٤٢٫٤٧
١٦٫٠٠	١٤٫٠٤	٢١٫١٤	٢٩٫٣٧	١٣٫٤٠	٣٦٫٨٠	٤٫٠٧	١٩٫٣٠	٥١٫١٨	٧٩٫٥٧	٥٫٣٢	١٥٥٫٣٧
٢٩٫٥٣	٣٧٫٩٥	١٠٫٢٠	١٣٫١٥	٣٣٫١١	٢٤٫١٣	٤٢٫٠٧	٦٢٫١٣	٧٧٫٦٨	٧٠٫٣٩	٨٢٫١٣	٢٩٢٫٣٣
٢١٫٢٠	٥٩٫٧٠	٣٥٫٩٠	٣٨٫٩٠	٨٫٠٠	٤٫٥٠	٠٫٤٠	٣١٫٩٠	١١٦٫٨٠	٥١٫٤٠	٥٫٥٠	١٨٢٫٢٠
٢٥٫٢٨	٥٫٩٣	٦٫٩٠	١١٫١٤	١١٫٠١	٤٫٧٤	١٫٨٣	١٦٫٤٧	٣٨٫١١	٢٦٫٨٠	٩٫٨٨	٩١٫٢٥
٥٫٤٨	٢٫٩٧	٤٫٣٣	٦٫١٣	٤٫٩٤	١٫٧٧	٢٫٠٩	٨٫٠٩	١٢٫٧٨	١٢٫٨٣	٥٫٥١	٣٩٫٢١
٥٫٦٣	٤٫٨٩	٢٫٩١	٦٫٧٣	٢٫٣٧	١٫٠٥	١٫٣٦	٩٫٩٤	١٣٫٤٣	١٠٫١٥	٧٫٥٩	٤١٫١١
٧٫٠٤	١١٫١٠	١٠٫١٠	٦٫٢٣	٢٫٤٠	٢٫٠٠	٢٫٨٣	٨٫٥٦	٢٨٫٢٤	١٠٫٦٣	٨٫٠٤	٥٥٫٤٧
٤٫٣٧	٣٫٢٤	٢٫ ٣	٥٫٨٥	٢٫٤٣	١٫٢٩	٢٫٠٨	٥٫٩٠	١ ٫٥٤	٩٫٥٦	٥٫٨٠	٣١٫٨٠
٤٫٩٧	٦٫٦٦	٥٫٦٥	٢٫٢٠	٢٫٧٤	٤٫٦٨	٤٫٢٠	١١٫٢٩	١٧٫٢٨	٩٫٦٢	١٢٫٧١	٥٠٫٩٠
٥٫٠٥	٤٫٣٦	٨٫٥٩	٤٫٦٨	٢٫٦٥	٦٫٥٨	٤٫٢١	١٤٫٢٤	١٨٫٠٠	١٣٫٩١	١٨٫٢٧	٦٤٫٤٢
٤٫٨٤	٧٫٥٧	٨٫٣٢	٤٫٢٦	٢٫٥٥	١٫٦٥	٣٫٢٠	١١٫٠٠	٢٠٫٧٣	٨٫٤٦	٨٫٤٨	٤٨٫٦٦
٠٫١٥	٠٫ ١	٠٫٣٩	٫٠٢	٠٫٠٥	١٫١٦	٣٫٠٦	٢٫٧٤	٠٫٥٥	١٫٢٤	٥٫٩٠	١٠٫٤٣
٥٫٠٠	٦٫١٥	٧٫٥٣	٦٫٢٤	٣٫٠٤	٢٫٣٣	٣٫٦٨	٨٫٦٠	١٨٫٦٨	١١٫٦١	٩٫٤٠	٤٨٫٢٩
١٫٣٢	٤٫١٨	٣٫٤٠	٢٫٥٥	١٫٦٠	١٫٨٧	١٫٢٠	٢٫٨٣	٨٫٩٠	٦٫٠٢	٢٫٠٨	١٩٫٨٣
٫٤١	٣٫٨٤	٤٫٤٠	٤٫٩٤	٣٫٦٨	٣٫٩٢	٢٫٩٦	١٤٫١٠	١٤٫٠٠	١٢٫٢٠	١٢٫٤٠	٥٢٫٨٠
٢٫٧٨	٥٫٥٦	٥٫٧٠	٢٫٩٣	٢٫٨٢	٢٫٤١	٤٫١٧	٩٫٧٧	١٥٫٠٨	١٠٫١٦	١٠٫١٧	٤٥٫١٨
٠٫٧٤	٢٫٥٩	٢٫٠٥	١٫٣٩	١٫١	٦٫٢٤	١٫٨٨	٢٫٥٠	٥٫٣٨	٨٫٨٣	٢٫٨٣	٢٠٫٥٤
٫٠٢	٠٫٠٠	٠٫٠١	٠٫٠٧	٠٫٦٢	٢٫٠٥	٤٫٧١	٨٫٨١	٠٫٠٣	٢٫٧٥	١١٫٣٥	٢٢٫٨٤
٠٫٠٩	٠٫١١	٠٫٠٠	٠٫٠١	٠٫٤٢	٣٫١٨	٤٫٤٣	٦٫٢٨	٠٫٢٠	٣٫٦١	٩٫٧٦	١٩٫٨٥
٦٫٠٦	٣٫٨٦	٤٫٢٢	٢٫٥٧	٣٫٢٩	٣٫٠٨	٢٫٦٨	١٢٫٣٠	١٤٫١٤	٨٫٩٤	٦٫٩٤	٤٢٫٣٣
٢٫٩٣	٣٫٩٢	٣٫٦٧	٣٫٥٢	٣٫٥٥	٣٫٠٩	٢٫٨٧	١٠٫٤٥	١٠٫٥٢	١٠٫١٦	١٠٫٠٧	٤١٫٢٠
٥٫٠١	٤٫٣٧	٤٫٣٢	٣٫١٠	٣٫٣٢	٣٫٤٨	٤٫٢٩	١٢٫١٤	١٣٫٧٠	٩٫٩٠	١١٫١٥	٤٦٫٨٩

الجدول الثاني والثلاثون

معدّل المطر لكل شهر وفصل وللسنة

المحل	العرض °	العرض ′	الطول °	الطول ′	الارتفاع قدم	ك ٢ قيراط	شباط قيراط	اذار قيراط	نيسان قيراط	ايار قيراط
فيلادلفيا في پنسلفانيا	٣٩	٥٧	٧٥	١٠	٣٠	٣٫٠٩	٣٫٩٤	٣٫٤٣	٣٫٦٤	٣٫٩٠
بتسبرج " "	٤٠	٣٢	٨٠	٢	٧٠٤	٢٫١٨	٢٫١٧	٢٫٧٠	٣٫١٠	٣٫٥٨
مدينة نيويورك في نيويورك	٤٠	٤٣	٧٤	٠	٢٣	٢٫٧٨	٢٫٩٢	٣٫٤٤	٣٫٢٢	٤٫٧٨
مدينة سولت ليك في اوته	٤٠	٤٦	١١٢	٦	٤٣٥١	١٫٣٢	١٫٩٩	٢٫٣٤	١٫٦٦	١٫٣٤
نيوهاڤن في كونكتيكت	٤١	١٨	٧٢	٥٥	٦٠	٣٫٥٣	٣٫٩٧	٣٫٤٩	٣٫٣١	٤٫٢٣
فورت لارامي في دكوته	٤٢	١٢	١٠٤	٤٨	٤٥١٩	٠٫٣٧	٠٫٧١	١٫٣٧	١٫٩٣	٥٫٣٩
دتروات في ميشيكان	٤٢	٢٠	٨٣	٢	٥٨٠	٢٫١٨	١٫٣٨	٢٫٨٦	٢٫٩٢	٢٫٧٣
بوستن في مسشوستز	٤٢	٢١	٧١	٣	٧١	٢٫٣٩	٣٫١٩	٣٫٤٧	٣٫٦٤	٣٫٧٤
الباني في نيويورك	٤٢	٤٠	٧٣	٤٥	١٣٠	٢٫٧٧	٢٫٦٢	٢٫٨٢	٣٫١٢	٣٫٨٥
فورت اورفورد في اوريكون	٤٢	٤٤	١٢٤	٢٩	٥٠	٨٫٨١	٦٫٣٥	٨٫٢٤	٥٫٦٤	٥٫٢٤
مِلووكي في وسكُنسِن	٤٣	٤	٨٧	٥٤	٥٩٣	١٫٣٠	٠٫٨٠	١٫٦٠	٢٫٤٠	٢٫٥٠
روشستر في نيويورك	٤٣	٨	٧٧	٥١	٥٠٦	١٫٨٨	١٫٤٠	١٫٨١	١٫٩٧	٣٫٠٤
تورنتو في كانادا	٤٣	٣٩	٧٩	٢٣	٣٤١	١٫٧٠	١٫٠٩	١٫٦١	٢٫٥٧	٢٫٩٨
فورت سنلن في منسوتا	٤٤	٥٣	٩٣	١٠	٨٢٠	٠٫٧٣	٠٫٥٢	١٫٣٠	٢٫١٤	٣٫١٧
ولفعِل في نوفاسكوتسيا	٤٥	٦	٦٤	٢٥		٣٫٢٧	٢٫٥٤	٥٫٩٤	٤٫٢٠	٣٫٣٠
مونتريال في كانادا	٤٥	٣١	٧٣	٣٣		٣٫٢١	٤٫١٩	٣٫٣٣	٢٫٤٨	٢٫٨٢
استوريا في اوريكون	٤٦	١١	١٢٣	٤٨	٥٠	٢٧٫٠٠	١٠٫٩٥	٦٫١٠	٤٫٣٨	٥٫٩٥
فورت برادي في ميشيكان	٤٦	٣٩	٨٤	٤٣	٦٠٠	١٫٨٤	١٫١٣	١٫٣٧	١٫٨٣	٢٫٢٤
سنيلاكوم في واشنطون	٤٧	١٠	١٢٢	٢٥	٣٠٠	٩٫٥٤	٥٫١٦	٤٫٥٦	٤٫٧٧	١٫٨٦
فورت كنت في مَين	٤٧	١٥	٦٨	٣٥	٥٧٥	٣٫٧٣	٢٫٦٠	١٫٧٧	١٫٠٦	٢٫٦٣
سانت جونس في نيوفوند لاند	٤٧	٣٣	٥٢	٢٨	١٤٠	٤٫٧٤	٢٫٧٥	٤٫٨٠	٣٫٧٦	٤٫١٣
ستكا في اليشكا	٥٧	٣	١٣٥	١٨	٢٠	٧٫٨٠	٧٫٣٣	٦٫٢٠	٦٫٨٣	٥٫٢٩

الجدول الثاني والثلاثون

معدل المطر لكل شهر وفصل وللسنة

حزيران	تموز	آب	ايلول	ت ١	ت ٢	ك ١	الربيع	الصيف	الخريف	الشتاء	السنة
قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط	قيراط
٣٫٥٧	٤٫٢٢	٤٫٦٧	٣٫٥٣	٣٫١٨	٣٫٣٦	٤٫٠٣	١٠٫٩٧	١٢٫٤٦	١٠٫٠٧	١٠٫٠٦	٤٣٫٥٦
٣٫٥٦	٢٫٩٧	٣٫٣٤	٢٫٦٨	٢٫٨٧	٢٫٦٨	٣٫١٣	٩٫٣٨	٩٫٨٧	٨٫٢٣	٧٫٤٨	٣٤٫٩٦
٣٫٤٦	٣٫١٧	٤٫٧٠	٣٫٣١	٣٫٤٠	٣٫٥٩	٣٫٩٣	١١٫٥٥	١١٫٣٣	١٠٫٣٠	٩٫٦٣	٤٢٫٨١
٢٫١٥	٣٫٩٩	٠٫٦٤	٠٫٨٥	١٫٥٧	٣٫٨٥	٣٫٦٨	٥٫٢٤	٦٫٧٨	٦٫٢٧	٦٫٩٠	٢٥٫٣٩
٣٫٣٠	٤٫١٩	٤٫١٤	٣٫٨٨	٣٫٦٠	٣٫٧٢	٣٫٤٣	١١٫٠٣	١١٫٦٣	١١٫٢٠	١٠٫٩٣	٤٤٫٧٩
٢٫٩٥	١٫٨٣	٠٫٩٢	١٫٢٣	١٫٣٦	١٫٣٧	٠٫٦٥	٨٫٦٩	٥٫٧٠	٣٫٩٦	١٫٦٣	١٩٫٩٨
٣٫٩١	٣٫٢٠	٢٫١٨	٣٫٣١	٢٫٠٤	٢٫٠٦	١٫٣٠	٨٫٥١	٩٫٢٩	٧٫٤١	٤٫٨٦	٣٠٫٠٧
٣٫١٣	٢٫٥٧	٥٫٤٧	٤٫٢٧	٣٫٧٣	٤٫٥٧	٤٫٣١	١٠٫٨٥	١١٫١٧	١٢٫٥٧	٩٫٨٩	٤٤٫٤٨
٤٫٤٨	٤٫٣٩	٣٫٤٤	٣٫٢٤	٣٫٦٩	٣٫٢٤	٢٫٩١	٩٫٧٩	١٢٫٣١	١٠٫٢٧	٨٫٣٠	٤٠٫٦٧
١٫٠٦	٠٫١٦	١٫٧٨	٢٫٣٤	٧٫٣١	١٠٫٢٧	١٤٫٤٣	١٩٫١٣	٣٫٠٠	١٩٫٩٢	٢٩٫٥٩	٧١٫٦٣
٤٫٠٠	٣٫٠٠	٢٫٨٠	٣٫٢٠	١٫٤٠	٢٫١٠	٢٫٠٠	٦٫٥٠	٩٫٧٠	٦٫٨٠	٤٫٢٠	٢٧٫٢٠
٣٫٢٥	٣٫٠١	٢٫٦٠	٣٫٠٥	٣٫٢٩	٢٫٩٤	٢٫١٠	٦٫٨٢	٨٫٨٦	٩٫٢٨	٥٫٢٨	٣٠٫٤٤
٣٫٠٤	٣٫٧٢	٢٫٨١	٤٫٤٦	٢٫٩٦	٢٫٩١	١٫٥٠	٧٫١٦	٩٫٥٧	١٠٫٣٣	٤٫٢٩	٣١٫٢٥
٣٫٦٣	٤٫١١	٣٫١٨	٣٫٣٢	١٫٣٥	١٫٣١	٠٫٦٧	٦٫٦١	١٠٫٩٢	٥٫٩٨	١٫٩٣	٢٥٫٤٣
٤٫٨٢	٣٫٢٧	٥٫٠٤	٣٫٧٠	٣٫٦٦	٣٫٠٤	٢٫٦٧	١٣٫٤٤	١٣٫١٣	١٠٫٤٠	٩٫٤٨	٤٥٫٤٥
٢٫٦٥	٣٫٢٧	٣٫٥٢	٣٫٥٣	٣٫٨٧	٣٫٩٥	٤٫٤١	٨٫٦٢	٩٫٤٤	١١٫٣٥	١١٫٨١	٤١٫٢٢
٢٫٨٥	٠٫٠٠	١٫١٥	١٫٨٧	٦٫٧٠	١٣٫٢٠	٦٫٢٠	١٦٫٤٣	٤٫٠٠	٢١٫٧٧	٤٤٫١٥	٨٦٫٣٥
٢٫٨٣	٣٫٧٥	٣٫٣٩	٤٫٣٣	٣٫٣٥	٣٫٠٨	٢٫٢١	٥٫٤٤	٩٫٩٧	١٠٫٧٦	٥٫١٨	٣١٫٣٥
١٫٩٧	٠٫٣٤	١٫٥٤	٢٫٦٧	٤٫٤٣	٨٫٧٣	٧٫٩٢	١١٫١٩	٣٫٨٥	١٥٫٨٣	٢٢٫٦٣	٥٣٫٤٩
١٫٣٦	٧٫٧٢	٢٫٥٧	١٫٣٦	٤٫٤١	٣٫٨٦	٦٫٣٦	٥٫٤٦	١١٫٦٥	٩٫٦٤	٩٫٧١	٣٦٫٤٦
٥٫٦٧	٣٫٨٣	٥٫٠٩	٥٫٧٩	٧٫٨٨	٣٫٢٥	٥٫٢٥	١٣٫٦٩	١٤٫٥٨	١٦٫٩٢	١٣٫٧٤	٥٦٫٩٣
٣٫٧٩	٤٫١٥	٧٫٨١	١١٫٢٧	١٣٫٢٣	٨٫٥١	٨٫٦٥	١٨٫٢٣	١٥٫٧٥	٣٣٫٠١	٣٣٫٧٧	٨٩٫٩٤

الجدول الثالث والثلاثون

هبوط البارومتر في العواصف

المحل	التاريخ	الهبوط قراريط	الساعات
بقرب كلكوتا	٢١ ايار ١٨٣٣	٢٫٥٩	٣
خليج بنكالا	٢٨ نيسان ١٨٤٠	٢٫٠٥	١٤
الاوقيانوس الهندي الجنوبي	٤ ايار ١٨٤٠	٢٫٠٠	
سانت ثوماس في الهند الغربية	٢ آب ١٨٣٧	١٫٦٩	٦
بقرب كلكوتا	٧ ت ١ ١٨٣٢	١٫٦٠	١٢
بقرب هُنك كنك	٨ ايلول ١٨٦٧	١٫٥٧	١٣
خليج بنكالا	١٤ ايار ١٨٥٢	١٫٥٥	٨
خليج بنكالا	٢٢ نيسان ١٨٥٤	١٫٥٠	١٢
بحر الصين	٩ ت ١ ١٨٤٥	١٫٥٠	١٣
مَوْريتيوس	٢٨ شباط ١٨١٨	١٫٥٠	١٧
هافانا في كوبا	١١ ت ١ ١٨٤٦	١٫٤٧	٦
ماكاو في الصين	٣ آب ١٨٣٢	١٫٤٦	٩
كلكوتا	٣ حزيران ١٨٤٢	١٫٤٢	١٨
خليج بنكالا	٢٢ ت ١ ١٨٥١	١٫٤٠	٧
ابردين في اسكوتسيا	٧ ك ٢ ١٨٣٩	١٫٤٠	١٢
راس هتراس	٧ ايلول ١٨٥٣	١٫٣٥	٧
بوستن في مسشوستز	٢٧ ك ١ ١٨٦٦	١٫٣٦	١٧
بحر الصين	٢٨ ايلول ١٨٠٩	١٫٣٠	١٢
ماكاو في الصين	٥ آب ١٨٣٥	١٫١٥	٨ ١/٢
شتاكونك في الهند	١٣ ايار ١٨٤٩	١٫٠٦	٢ ١/٤
موريتيوس	٢٣ نيسان ١٨٢٤	١٫٠٥	٥

الجدول الرابع والثلاثون

الاشفاق القطبية والكلف واختلاف الابرة المغنطيسية

السنة	الشفق القطبي	السنة	الشفق القطبي		الكلف	السنة	الشفق القطبي		الكلف	اختلاف المغنطيسية	السنة	الشفق القطبي		الكلف	اختلاف المغنطيسية
			اوربا	امبركا			اوربا	امبركا				اوربا	امبركا		
١٦٨٥	١	١٧٤٠	٢			١٧٨٢	٣٩	٢٤	٣٣	٨	١٨٢٤	٠	٠	٧	٨
١٦٨٦	٤	١٧٤١	٢١			١٧٨٣	١٧	٣٢	٣٢	٩	١٨٢٥	١	٢	١٧	١٠
١٦٩٢	٢	١٧٤٢	١٤	٢		١٧٨٤	٧	٤	٤	٧	١٨٢٦	٢	٠	٢٩	١٠
١٦٩٣	٢	١٧٤٣	٩	٢		١٧٨٥	١٤	٩	١٨	٨	١٨٢٧	١٠	٧	٤٠	١١
١٦٩٤	٢	١٧٤٤	٨	٠		١٧٨٦	٤٠	٥٥	٦١	١٤	١٨٢٨	١١	٦	٥٢	١٢
١٦٩٥	٤	١٧٤٥	٣	٠		١٧٨٧	١٠	٤٧	٩٣	١٥	١٨٢٩	١٨	٢	٥٣	١٤
١٦٩٦	٤	١٧٤٦	١	٧		١٧٨٨	١٠	٣٨	٩١	١٣	١٨٣٠	٢٢	٦	٩٥	١٣
١٦٩٧	١	١٧٤٧	٧	١٠		١٧٨٩	١٥	٥١	٨٥	١٣	١٨٣١	٢٣	٢	٢٩	١٢
١٦٩٨	٩	١٧٤٨	٣	٦		١٧٩٠	٤	١٣	٧٥	١٥	١٨٣٢	٥	٢	٢٢	
١٦٩٩	٤٠	١٧٤٩	٣	١٠	٦٤	١٧٩١	٤	١٢	٤٦	١٢	١٨٣٣	١٢	٣	٧	
١٧٠٢	١	١٧٥٠	١٢	١٧	٦٨	١٧٩٢	١	٦	٥٣	٩	١٨٣٤	٢	٩	١١	٨
١٧٠٤	١	١٧٥١	٢	٥	٤١	١٧٩٣	٢	٨	٣١	٨	١٨٣٥	٦	٦	٤٥	١٠
١٧٠٧	١٢	١٧٥٢		٢	٣٣	١٧٩٤	٢	٢	٢٤	٨	١٨٣٦	٨	٥	٩٧	١٢
١٧٠٨	١	١٧٥٣		١	٣٣	١٧٩٥	٢	٢	١٦	٧	١٨٣٧	٣٥	٤١	١١١	١٢
١٧٠٩	٣	١٧٥٤		٠	١٤	١٧٩٦	١	٠	٩	٨	١٨٣٨	٢٨	٣٩	٨٣	١٣
١٧١٠	١	١٧٥٥	١	٠	٦	١٧٩٧	١	٠	٦	٨	١٨٣٩	٣٠	٤٧	٦٨	١١
١٧١١	١	١٧٥٦	٢	٠	٩	١٧٩٨	٠	٠	٣	٧	١٨٤٠	٤٠	٤٤	٥٢	٩
١٧١٤	١	١٧٥٧	٠	٦	٣٠	١٧٩٩	٢	٠	٦	٧	١٨٤١	٣٥	٤٢	٣٠	٧
١٧١٦	١١	١٧٥٨	٢	٤	٣٨	١٨٠٠	٣	٠	١٠	٧	١٨٤٢	٤٩	١١	١٩	٦
١٧١٧	١٢	١٧٥٩	٨	٥	٤٨	١٨٠١	٤	٠	٣١	٨	١٨٤٣	٣٨	١٠	٩	٧
١٧١٨	٢٧	١٧٦٠	٧	٦	٤٩	١٨٠٢	٤	٢	٣٨	٨	١٨٤٤	٢٢	١٠	١٣	٦
١٧١٩	٣٢	١٧٦١	١٢	٥	٧٥	١٨٠٣	٦	٥	٥٠	٩	١٨٤٥	١٨	٢٢	٣٣	٧
١٧٢٠	٢٨	١٧٦٢	١٨	٧	٥١	١٨٠٤	٦	٤	٧٠	٨	١٨٤٦	٣٩	٣٠	٤٧	٨
١٧٢١	١٩	١٧٦٣	٤	٦	٣٧	١٨٠٥	٤	٤	٥٠	٩	١٨٤٧	٣٨	٢٢	٧٩	٩
١٧٢٢	٤٦	١٧٦٤	٩	١٢	٣٤	١٨٠٦	٣	٤	٣٠		١٨٤٨	٣٨	٥٣	١٠٠	١١
١٧٢٣	٣٠	١٧٦٥	٨	٧	٣٣	١٨٠٧	٠	٢	١٠		١٨٤٩	٤٢	٣٠	٩٦	١٠
١٧٢٤	٢٦	١٧٦٦	٠	٠	١٧	١٨٠٨	١	٠	٢		١٨٥٠	٢٥	٣٠	٦٤	١٠
١٧٢٥	٣٠	١٧٦٧	٥	٤	٣٤	١٨٠٩	٠	٢	١		١٨٥١	١٧	٢١	٦٢	٨
١٧٢٦	٤٦	١٧٦٨	٢	٧	٥٢	١٨١٠	٠	٠	٠		١٨٥٢	٤٥	٤٢	٥٢	٨
١٧٢٧	٦٧	١٧٦٩	١٠	١٨	٨٦	١٨١١	٠	٠	١		١٨٥٣	٢٦	٢٢	٣٨	٧
١٧٢٨	٨٦	١٧٧٠	١٣	١٤	٧٩	١٨١٢	٠	٠	٥		١٨٥٤	٣٦	١٥	١٩	٧
١٧٢٩	٦٥	١٧٧١	٣٩	١٥	٧٣	١٨١٣	٠	٠	١٤	٧	١٨٥٥	٣٠		٧	٦
١٧٣٠	١١٦	١٧٧٢	٢١	٧	٤٩	١٨١٤	٤	٣	٣٠	٨	١٨٥٦	٣٠		٤	٦
١٧٣١	٥٧	١٧٧٣	٣١	١٧	٤٠	١٨١٥	٠	١	٣٥	٨	١٨٥٧	١٥		٢٢	٧
١٧٣٢	١٠٠	١٧٧٤	٤٨	٣٠	٤٨	١٨١٦	١	٠	٤٥		١٨٥٨	٣٤		٥١	٧
١٧٣٣	٢٧	١٧٧٥	٢١	٥	٣٧	١٨١٧	١	٠	٤٤	٩	١٨٥٩	٤٦		٩٦	١٠
١٧٣٤	٣٨	١٧٧٦	١٢	٤	٣٥	١٨١٨	٢	٤	٣٤	٩	١٨٦٠	٣٣		٩٩	١٠
١٧٣٥	٥١	١٧٧٧	٢٦	١٥	٦٣	١٨١٩	٣	٦	٢٢	٨	١٨٦١	٣٥		٧٧	٩
١٧٣٦	٤٣	١٧٧٨	٣٠	١٨	٩٥	١٨٢٠	٢	٢	٩	٨	١٨٦٢	٣٣		٥٩	٨
١٧٣٧	٤٠	١٧٧٩	٢٧	٤	٩٩	١٨٢١	٢	٠	٤	٩	١٨٦٣	٣٦		٤٤	٨
١٧٣٨	٩	١٧٨٠	٣٠	٣٥	٧٣	١٨٢٢	٠	١	٣	٩	١٨٦٤	٤٧		٤٦	٨
١٧٣٩	٢٧	١٧٨١	٢٩	٣٥	٦٨	١٨٢٣	٠		١	٨	١٨٦٥	٩٨		٣٠	٧

الجدول الخامس والثلاثون

قائمة اكبر النيازك الحديدية

المحل	سنة الوجود	الثقل ليبرات	الثقل النوعي	ملاحظات
دورانكو في مكسيكو	١٨١١	٣٥٠٠٠	٧،٨٨	رواميزهُ في برلين وفينا الخ
اوتومپا في بونسايرس	١٧٨٤	٣٣٠٠٠	٧،٦٠	منهُ راموز يزن ١٤٠٠ ليبرا للموسيوم البريطاني
نهر روك في اريكون	١٨٥٩	٢٢٠٠٠		رواميزهُ في فينا وبوستن وغيرها
نهر بديكو في برازيل	١٧٨٤	١٧٣٠٠	٧،٧٣	رواميزهُ في مونك ولندن وغيرها
بونانزا في مكسيكو	١٨٦٥	بعض طنات	٧،٨٣	منهُ راموز للاستاذ شبارد
بقرب ملبورن في اوستراليا	١٨٦١	٨٣٨٧	٧،٥١	للموسيوم البريطاني
سيرا بلانكا في مكسيكو	١٧٨٤	٤٠٠٠	٦،٥٠	منهُ راموز في برلين
بتبرج في بروسيا	١٨٠٣	٣٤٠٠	٦،٣٣	رواميزهُ في فينا وبرلين وغيرها
بقرب ملبورن في اوستراليا	١٨٦١	٢٨٠٠	٧،٥١	لحكومة ڤولونية
زكاتكاس في مكسيكو	١٧٩٢	٢٠٠٠	٧،٥٠	روامبزهُ في الموسيوم البريطاني وبرلين وغيرها
مقاطعة كوكي في تنيسي	١٨٤٠	٢٠٠٠	٧،٢٦	للموسيوم البريطاني
سانتا روزاس في نيوكرناده	١٨١٠	١٧٠٠	٧،٣٠	روامبزهُ في فينا وباريس وغيرها
نهر ينيسي في سيبيريا	١٧٧٢	١٦٨٠	٦،٤٨	للموسيوم السلطاني في بطرسبرج
النهر الاحمر في تكساس	١٨٠٨	١٦٣٥	٧،٧٠	لمدرسة ييل
تكسون في اريزونا من الولايات المتحدة	١٧٣٥	١٤٠٠		الجمعية السمثسونية
لاكابل في فرنسا	١٨٢٨	١١٠٠	٧،٦٤	لبستان النبات في باريس
تكسون في اريزونا	١٨٦٣	٦٣٣	٧،٣٩	لمدينة سان فرنسيسكو
تولا في روسيا	١٨٤٦	٥٤٣	٥،٩٧	روامبزهُ في فينا ولندن وغيرها
بيركريك في كولورادو	١٨٦٦	٤٣٦	٧،٦٩	للاستاذ شبارد
مدوك في كانادا العليا	١٨٥٤	٣٦٨		في الخزانة الجيولوجية في مونتريال
النهر البرتقالي في جنوبي افريقيا	١٨٥٦	٣٣٦		للاستاذ شبارد

الجدول الخامس والثلاثون . قائمة اكبر النيازك الحديدية

المحل *	سنة الوجود	الثقل ليبرات	الثقل النوعي	ملاحظات
راس الرجاء الصالح	١٧٩٣	٣٠٠	٧٫٤٠	للخزانة هارلم في هولاندا
اتكاما في بوليفيا	١٨٢٧	٣٠٠	٧٫٤٤	اكثرهُ للموسيوم البريطاني
بتسبرج في بنسلفانيا	١٨٥٠	٢٩٣	٧٫٣٨	رواميزهُ للاستاذ سِلِمان وغيرهِ
قرطجنة في تنيسي	١٨٤٦	٢٨٠		راموز كبير منهُ للموسيوم البريطاني
كواهويلا في مكسيكو	١٨٥٥	٢٥٢	٧٫٨١	للجمعية السمثسونية
سيلاسكن في سيليشيا	١٨٤٧	٢١٨	٧٫٧٠	بعضهُ للموسيوم البريطاني
تولوكا في مكسيكو	١٧٨٤	٢١٨	٧٫٢٨	١٥٠ ليبرا منهُ للاستاذ شپارد
براهن في روسيا	١٨١٠	٢٠٠	٦٫٣٠	للمدرسة الجامعة في كيو
لنارتو في المجر	١٨١٤	١٩٤	٧٫٧٥	لموسيوم بست
البوكن في بوهيميا	١٨١١	١٩١	٧٫٧٤	اكثرهُ في خزانة فينا
نهر الاسد في جنوبي افريقيا	١٨٥٣	١٧٣	٧٫٦٠	للاستاذ شپارد
مقاطعة وكر في الاباما	١٨٣٢	١٦٥	٧٫٢٦	نصفهُ للموسيوم البريطاني
مقاطعة نلسن في كنتكي	١٨٥٦	١٦١		رواميزهُ في برلين ولندن وغيرها
برلنكتون في نيويورك	١٨١٩	١٥٠	٧٫٥٠	منهُ راموز للاستاذ شپارد
جبل رَف في كارولينا الجنوبية	١٨٥٠	١١٦	٧٫١٠	اكثرهُ للاستاذ شپارد
لاكرانج في مقاطعة اولدهام من كنتكي	١٨٦٠	١١٢	٧٫٨٩	اكثرهُ للاستاذ شپارد
بوهوميلتز في بوهيميا	١٨٢٩	١٠٣	٧٫٦٠	لموسيوم براك
اكرام في كرواتسيا	١٧٥١	٨٧	٧٫٨٣	اكثرهُ لخزانة فينا
براونو في سيليشيا	١٨٤٧	٧٣	٧٫٧١	رواميزهُ في فينا وبرلين وغيرها
مقاطعة پتنام في جورجيا	١٨٣٩	٧٠	٧٫٦٩	بعضهُ للاستاذ شپارد
تزْول في مقاطعة كليبورن من تنيسي	١٨٥٣	٥٥	٧٫٨٨	رواميزهُ في لندن وبرلين وغيرها
آشوتْز في بروسيا	١٨٥٠	٤٣	٧٫٧٧	اكثرهُ في برلين
في الخزانة الجيولوجية في أوستِن	١٨٥٦	٤٠	٧٫٦٧	مقاطعة دنتون في تكساس
كليبورن في مقاطعة كلارك من الاباما	١٨٣٤	٤٠	٦٫٥٠	منهُ راموز لجكسن في بوستن

الجدول السادس والثلاثون

الرجم التي سقطت في الولايات المتحدة

محلها	تاريخ سقوطها	ثقلها ليبرات	ثقلها النوعي	صاحبها
وستن في كونكتيكت	١٤ ك ١ ١٨٠٧	٣٠٠	٣،٥٨	مدرسة ييل وغيرها
مقاطعة كسول في كليفورنيا الجديدة	٣٠ ك ٢ ١٨١٠	٣	٣،٥٩	غير معروف
نوبلبورو في مين	٧ آب ١٨٢٣	٥	٣،٠٩	شارد وغيره
نانجموي في ماري لاند	١٠ شباط ١٨٢٥	١٦	٣،٦٦	مدرسة ييل رشارد وغيره
مقاطعة صمنر في تنيسي	٩ ايار ١٨٢٧	١١	٣،٥٥	شارد وخزانة ليدن وغيرها
رتشموند في فرجينيا	٤ حزيران ١٨٢٨	٤	٣،٣٤	شپارد وغيره
فورسيث في مقاطعة منرو	٨ ايار ١٨٢٩	٣٦	٣،٤٦	مدرسة ييل وشارد وغيرها
ديل في نيوجرسي	١٥ آب ١٨٢٩	$\frac{1}{16}$	٣،٣٥	شارد وغيره
مقاطعة دكسن في تنيسي	٣١ تموز ١٨٣٥	٩	٧،٧٦	خزانة مويبل وغيرها
لتل پيني في مسوري	١٣ شباط ١٨٣٩	٥٠	٣،٥	شارد وغيره
بنشفِل في كرولينا الجنوبية	٢٥ اذار ١٨٤٣	١٣	٣،٠٤	" "
مقاطعة لن في ايوا	٢٥ شباط ١٨٤٧	٧٥	٣،٥٨	مدرسة ييل وشارد وغيرها
كستبن في مسشوستز	٣٠ ايار ١٨٤٨	$\frac{1}{3}$	٣،٤٥	مدرسة بودوين وغيرها
مقاطعة كبَرُّوس في كرولينا الشمالية	٣١ ت ١ ١٨٤٩	١٨	٣،٦٣	مدرسة ييل وشارد وغيرها
بطرسبرج في تنيسي	٥ آب ١٨٥٥	٤	٣،٣٠	شارد وغيره
مقاطعة هريسون في انديانا	٢٨ اذار ١٨٥٩	٣	٣،٤٦	" "
بيت لحم في نيويورك	١١ آب ١٨٥٩	$\frac{1}{3}$	٣،٥٦	خزانة الباني وغيرها
نيوكنكورد في اوهايو	١ ايار ١٨٦٠	٧٠٠	٣،٥٤	مدرستا ماريتّا وييل وغيرها

شرح الجداول

الجدول الاوّل . وجه ١٨٣ لمقابلة المليمتر الفرنساوي بالقيراط الانكليزي ويُستعمَل لتحويل الاقيسة الفرنساوية الى اقيسة انكليزية وقد اصطُنِع على فرض ان المتر الفرنساوي يساوي ٣٩٫٣٧٠٧٩ قيراط انكليزي هذا على ٦٢° فهرنهيت وذلك على درجة الجليد فان محط اقيسة الحرارة عند الفرنساويين ٣٢° ف اي درجة الجليد وعند الانكليز ٦٢° ف . كذا استخرجهُ القبطان كاتر في جريدة الفيلسوفيكال ترانسكشنس لسنة ١٨١٨ على صفحة ٩٠ واما الاجزاء النسبية المذكورة في العمود الاخير فتُعرَف بها قيمة اعشار المليمتر من القراريط الانكليزية واجزاء من المئة من المليمتر كذلك بتقديم الفاصلة منزلة الى اليسار

الجدول الثاني . وجه ١٨٤ لتحويل الامتار الفرنساوية الى اقدام انكليزية وهو مأخوذ عمَّا أُخِذَ عنهُ الجدول الاوّل على حساب انَّ المتر الفرنساوي يساوي ٣٫٢٨٠٨٩٩٢ القدم الانكليزي . وتُستعمَل الاجزاء النسبية المذكورة في العمود الاخير منهُ على ما تقدَّم في الجدول الاوّل

الجدول الثالث . وجه ١٨٥ لتحويل الكيلومترات الفرنساوية الى اميال انكليزية وهو مأخوذ عمَّا أُخِذَ عنهُ الجدول الاوّل على حساب ان الكيلومتر الفرنساوي يساوي ٠٫٦٢١٣٨٢٤ من الميل الانكليزي . وتُستعمَل الاجزاء النسبية المذكورة في العمود الاخير منهُ على ما تقدَّم في الجدول الاوّل

. الجدول الرابع . وجه ١٨٦ لتحويل الاقدام الفرنساوية الى اقدام انكليزية . كان المحط القديم للاقيسة الفرنساوية توازدوبيرو وسُمّي كذلك لاستعمالهِ عند الاكدميين الفرنساويين وهم يقيسون قوسًا من الهاجرة في بيرو وهو عُمِل من الحديد وكان اوّل اصطناعهِ سنة ١٧٣٥ . وعن بازدوسستيم متريك المجلد الثالث صفحة ٣٣٧ ان المتر يساوي ٠٫٥١٣٠٧٤ من التوازاو ٣٫٠٧٨٤٤٤ قدم فرنساوي وذلك يساوي ٣٫٢٨٠٨٩٩٢ قدم انكليزي . فالقدم الفرنساوي يساوي ١٫٠٦٥٧٦٥ قدم انكليزي . وترتيب هذا الجدول كترتيب الجداول السابقة . ويُستعمَل ايضًا لتحويل القراريط الفرنساوية الى قراريط انكليزية

الجدول الخامس . وجه ١٨٧ لتحويل درجات ثرمومتر سنتيكراد الى درجات فهرنهيت وهو مبني على هذه المعادلة كْ سنتيكراد = (٣٢° + ٩⁄٥ كْ) فهرنهيت

الجدول السادس . وجه ١٨٨ لتحويل درجات ثرمومتر رومر الى درجات فرنهيت وهو مبني على هذه المعادلة كْ رومر = (٣٢° + $\frac{٩}{٤}$ كْ) فرنهيت

الجدول السابع . وجه ١٨٩ لمعرفة ارتفاع عمود من الهواء موافق لعشر القيراط في البارومتر على درجات متفاوتة من الحرارة بين ٤٠° و ٩٠° ويُستعمَل ايضًا لتحويل رصود البارومتر الى مساواة سطح البحر او مساواة غيرهِ من السطوح

مثالهُ . كان معدَّل ارتفاع البارومتر ٢٩،٩٤٠ قيراط في كمبردج من ولاية مسشوستز على ارتفاع ٧٠ قدمًا عن مساواة سطح البحر ودرجة الحرارة ٤٨° فما يكون ارتفاعهُ على مساواة سطح البحر. خُذْ من الجدول السابع العدد الموافق ٢٩،٩٤ من البارومتر و٤٨° من الحرارة وهو ٩٠،٨ فالاصلاح اللازم يساوي $\frac{٧٠}{٩٠٨}$ = ٠،٠٧٥ و ٢٩،٩٤٠ + ٠،٠٧٥ = ٣٠،٠١٥ القيراط وهو ارتفاع البارومتر على مساواة سطح البحر

وهذا الجدول مأخوذ عن جداول كيوت المتيورولوجية التي نشرتها الجمعية السمثسونية

الجدول الثامن . وجه ١٩٠ و١٩١ وهو يتضمّن الاصلاح اللازم للبارومتر الانكليزي النحاسي المقياس في تحويل الرصود الى ٣٢° ف وهو عين الاصلاح الذي تستعملهُ الجمعية الملكيَّة في لندن . ويطرح الاصلاح من ٢٩° فصاعدًا ويضاف من ٢٨° فنازلاً

مثال اوَّل . ارتفاع البارومتر بالرصد ٢٩،٨٧٦ والثرمومتر المعلَّق ٧٣° ف

اطلب العمود الذي تحت ٣٠ قيراطًا وجه ١٩١ تجد الاصلاح على الخط الافقي الموافق ٧٣° من عمود الحرارة وهو — ٠،١١٩ فيكون البارومتر بعد تحويلهِ الى ٣٢° ف يساوي ٢٩،٨٧٦ — ٠،١١٩ = ٢٩،٧٥٧ القيراط

مثال ثانٍ . ارتفاع البارومتر بالرصد ٢٩،٨٥٤ والثرمومتر المعلَّق ١٧° ف

اطلب وجه ١٩٠ تجد تحت عمود ٣٠ قيراطًا وتجاه ١٧° الاصلاح اللازم وهو ٠،٠٣١ + فيكون البارومتر بعد تحويلهِ الى ٣٢° ف ٢٩،٨٥٤ + ٠،٠٣١ = ٢٩،٨٨٥ قيراط . واذا طلبت الاصلاح لكسر من الدرجة فخذ جزءًا مناسبًا لهُ من فضلة الاصلاحات المأخوذة عن اقرب الدرجات لتلك الدرجة

الجدول التاسع . وجه ١٩٢ و١٩٣ بهِ يُحسَب فرق ارتفاع مكانين بالبارومتر

طريقة الحساب

خذ من الجزء الاوَّل وجه ١٩٢ العددين الموافقين للارتفاعين ه و هَ المأخوذين بالبارومتر

واطرح من فضلتها الاصلاح المذكور في الجزء الثاني والفضلة ت — تَ اي الترمومترين المعلّقين بالبارومترين فيكون لك الارتفاع التقريبي ا . ثم يحسب اصلاح حرارة الهواء وهو $\frac{ت + تَ - ٦٤}{٩٠٠}$ ا بضرب جزء من تسع مئة من ا في مجموع ت + تَ الاّ ٦٤ اي ت وتَ — ٦٤ فلنا ارتفاع تقريبي ثانٍ اَ

ثم من اَ وعرض المكان يُعرَف اصلاح اختلاف جاذبية الثقل باختلاف العرض في القسم الثالث ومن اَ ايضًا يُعرَف اصلاح تناقص الجاذبية على خط مسامت في القسم الرابع . واذا كان ارتفاع المحل الاوطإ عظيمًا لزم له اصلاح آخر صغير مذكور في القسم الخامس والاصلاحان الاخيران ايجابيان اي يضافان ابدًا

مثال ذلك . رُصِدَت الرصود الآتية في جنيفا وعلى ٣٫٣ القدم تحت قمة الجبل الابيض

الجبل الابيض هَ = ١٦٫٦٩٥ قيراط وثَ = ٤٫٢٤° ف وتَ = ٣٫١٨° ف

جنيفا ه = ٢٨٫٧٢٧ قيراط وث = ٥٫٦٥° ف وت = ٧٫٦٦ ف

فلنا من القسم الاوّل { ه = ٢٨٫٧٢٧ قيراط ٣٦٤٧٦٫٨ ؛ هَ = ١٦٫٦٩٥ " ١٢٢٩٧٫٣

الفضلة ١٤١٧٩٫٥

ولنا من القسم الثاني ث — ثَ = ١٫٤١° ‎-٩٦٫٣

فالارتفاع التقريبي ا = ١٤٠٨٣٫٣

وت + تَ — ٦٤ = ٢١

و $\frac{٢١ \times ا}{٩٠٠}$ = +٣٢٨٫٦

فالارتفاع التقريبي الثاني اَ = ١٤٤١١٫٩

ولنا من القسم الثالث لعرض ٤٦° ‎-٤٫١

ومن القسم الرابع للعدد ١٤٤١٢ ‎+٤٦٫٠

ومن القسم الخامس للبارومتر ٢٨٫٧ ‎+١٫٥

فالمجتمع ١٤٤٥٨٫٠

وارتفاع جنيفا عن سطح البحر ١٣٣٥٫٤

والبارومتر اوطأ من قمة الجبل الابيض ٣٫٣

فارتفاع الجبل الابيض عن مساواة سطح البحر ١٥٧٩٦٫٧ القدم

الجدول العاشر. وجه ١٩٤ يتضمَّن معدَّل ارتفاع البارومـ [illegible] محال من اميركا وتسعة اخرى من اسيا وافريقيا واوربا . وقد ذكرنا بلدان تلك الاماكن وموقعها في الجدول الآتي

	عرض		طول			عرض		طول	
جورجتون في كيانا البريطانية	٥٠′	٦°	١٢′	٥٨°	كرينويچ في بلاد الانكليز	٥١°	٣٨′	٠°	٠′
هاڤانا في كوبا	٩	٢٣	٢٢	٨٣	بطرسبرج في روسيا	٥٩	٥٦	—٣٠	١٨
ناتشز في مسيسبي	٣٤	٣١	٢٤	٩١	اركانجل في روسيا	٦٤	٣٣	—٤٠	٣٣
سانت لويس في مسوري	٣٧	٣٨	١٥	٩٠	همرفست في لابلاند	٧٠	٣٩	—٢٣	٤٣
فيلادلفيا في پنسلڤانيا	٥٨	٣٩	١٠	٧٥	سنكابور في ملقَّا	١	١٧	—١٠٣	٥٠
بوستن في مسشوستز	٢١	٤٢	٣	٧١	مدرس في هندستان	١٣	٤	—٨٠	١٩
تورنتو في كانادا	٤٠	٤٣	٢٢	٧٩	بومباي في هندستان	١٨	٥٦	—٧٢	٥٤
پورت بوِن في النواحي القطبية	١٤	٧٣	٥٦	٨٨	كنتون في الصين	٢٣	٨	—١١٣	١٦
ميناڤان رنسلير	٣٧	٧٨	٥٣	٧٠	بنارس في هندستان	٢٥	١٨	—٨٣	٥٦
كريستيانسبرك في افريقيا	٣٤	٥	١٦	٠ —	پكين في الصين	٣٩	٥٤	—١١٦	٣٦
عدن في بلاد العرب	٥٠	١٢	٦	٤٥—	تفليس في جورجيا	٤١	٤١	—٤٥	١٧
القاهرة في مصر	٣	٣٠	١٥	٣١—	رنشنسك في روسيا	٥١	١٨	—١١٩	٣٠
القسطنطينية في مملكة الترك	٠	٤١	٠	٣٩—	يخونسك في سيبيريا	٦٣	١	—١٢٩	٤٤
باريس في فرانسا	٥٠	٤٨	٢٠	٢ —					

الجدول الحادي عشر. وجه ١٩٥ يتضمَّن معدَّل ارتفاع البارومتر لكل ساعة من اليوم في تسعة محال من خط الاستواء الى عرض ٧٨° واكثر هذه المحالّ مذكور في الجدول السابق

الجدول الثاني عشر. وجه ١٩٥ يتضمَّن هبوط الزئبق في انابيب زجاج بداعي الجاذبية الشعرية على ما اثبتهُ الثقات

الجدول الثالث عشر. وجه ١٩٦ يتضمَّن وزن قدم مكعَّب من الهواء الجاف وآخر من الهواء الرطب تحت ضغط ٣٠ قيراطًا من البارومتر بين ٠° و٩٠° ف من درجات الحرارة . وقد فُرِض فيهِ ان وزن القدم المكعب من الهواء الجاف ٥٦٣ قمحةً على درجة ٣٢° ف وكمية التمدُّد ٠٠٢٠٨٣. من حجمهِ لكل درجة فرنهيت

فيعرف وزن قدم مكعب من الهواء المشبع باضافة وزن قدم مكعب من البخار الى وزن قدم

مكعب من الهواء الجاف واصلاح المجتمع بما يقتضيهِ ازدياد حجمها عند المزج. والجدول المذكور مأخوذ عن رصود كرينويج المتيورولوجية لسنة ١٨٤٣

الجدول الرابع عشر. وجه ١٩٧ يتضمَّن ارتفاع البارومتر الموافق لدرجات غليان الماء من ١٨٨° الى ٢١٢° ف . واعلم ان درجة غليان الماء في الفضاء موقوفة على ثقل عمود الهواء الذي عليهِ فكلما قلَّ ثقل العمود انخفضت درجة الحرارة التي يغلي الماء عندها . ولما كان ثقل الهواء يقلُّ بالارتفاع فالماء يغلي معك على درجة اوطأ من الحرارة كلما ارتفعت طالعًا جبلاً. فاذا عرفت ارتفاع البارومتر الموافق لدرجة غليان الماء سهل عليك ان تقيس ارتفاع الجبل من درجة الحرارة التي يغلي الماء عليها . وهذا الجدول منقول عن كتاب المؤلّف في علم الهيئة العملي

الجدول الخامس عشر . وجه ١٩٨ يتضمَّن الاصلاحات اللازمة لمعدَّلات ساعات الرصد لمعرفة معدَّل الحرارة الحقيقي في نيوهاڤن . والاصلاحات مع علاماتها هي فضلات درجات الحرارة السويعية ومعدَّل الحرارة الحقيقي لكل شهر ومعدَّل حرارة السنة . مثال ذلك ان معدَّل حرارة كانون الثاني في نيوهاڤن هو ٥ ٢٦ ومعدَّل حرارة نصف الليل في كانون الثاني ٣ ٢٤ ففضلتها ٣ ٢° وهذه تضاف الى رصود نصف الليل لمعرفة معدَّل حرارة ذلك الشهر. وقس عليهِ بقية الساعات والشهور المذكورة في الجدول

وقد ذكرنا في اسفلهِ مقابلهُ بعض الطرق التي يُستخرَج بها معدَّل الحرارة من عدد محدود من الرصود

مثال ذلك اذا رصدنا رصدًا واحدًا الساعة ٧ ق ظ وآخر الساعة ١ ب ظ في كانون الثاني فاصلاح الاوَّل ٤ ٤° + واصلاح الثاني ١ ٦° — واصلاح معدَّل الاثنين ٨ ٠° — كما هو مذكور في السطر السادس والعشرين من الجدول

واذا رصدنا رصدًا الساعة ٦ ق ظ وآخر الساعة ٢ ب ظ وآخر الساعة ٦ ب ظ فاصلاح هذه الساعات الثلاث ٣ ٤° + و٣ ٦° — و٤ ١ — ومعدَّل اصلاحها ١ ١° — وهو مذكور في السطر السادس والثلاثين من الجدول

واذا رصدنا رصدًا الساعة ٧ ق ظ . وآخر الساعة ٢ ب ظ . وآخر الساعة ٩ ب ظ . واضفنا مضاعف رصد الساعة التاسعة الى مجتمع الرصدين الاخرين وقسمنا المجتمع على ٤ فخطاه الخارج للاشهر على حدتها لا يزيد عن ربع درجة الاَّ في حال واحدة

الجدول السادس عشر . وجه ١٩٩ مصطنع لمرصد كرنج ي بلاد الانكليز على الطريقة السابقة وهو مأخوذ عن رصودهِ المتيورولوجية

الجدول السابع عشر . وجه ٢٠٠ و ٢٠١ و ٢٠٢ يتضمَّن معدَّل حرارة ٤٥ مكانًا في اميركا لكل شهر من اشهر السنة . وبعضهُ مأخوذ عن جداول دوف وبعضهُ عن سجل الجندية المتيورولوجي وبعضهُ عن غيرها

الجدول الثامن عشر . وجه ٢٠٢ و ٢٠٤ يتضمَّن قائمة اماكن معدَّل حرارتها فوق ٨٠° ف واكثرهُ مأخوذ عن جداول دوف

الجدول التاسع عشر . وجه ٢٠٤ يتضمَّن قائمة اماكن معدَّل حرارتها تحت ١٨° ف واكثرهُ مأخوذ عن جداول دوف ايضًا

الجدول العشرون . وجه ٢٠٥ يتضمَّن قائمة اماكن معدَّل حرارة احرّ اشهرها لا يختلف ست درجات عن معدَّل ابردها واكثرهُ مأخوذ عن جداول دوف ايضًا

الجدول الحادي والعشرون . وجه ٢٠٦ يتضمن قائمة اماكن معدَّل حرارة احرّ اشهرها يختلف اكثر من ست وستين درجة عن ابردها . بعضهُ مأخوذ عن جداول دوف وبعضهُ عن اخبار كيفر وبعضهُ عن غيرها

الجدول الثاني والعشرون . وجه ٢٠٧ يتضمن قائمة اماكن فسحة صعود الحرارة وهبوطها فيها لسنة اقل من ٤٠° . بعضهُ مأخوذ عن اراكو في الكتاب الثامن وجه ١٨٤ الى ٦٤٦ وبعضهُ عن مقابلة الجرائد المتيورولوجية بعضها ببعض

الجدول الثالث والعشرون . وجه ٢٠٨ يتضمن قائمة اماكن فسحة صعود الحرارة وهبوطها فيها لسنة اعظم من ١٢٠° . بعضهُ ماخوذ عن الكتاب الثامن لاراكو وبعضهُ عن مقابلة الجرائد المتيورولوجية ولاسيما اخبار كيفر وسجل الجندية المتيورولوجي ورصود نيويورك المتيورولوجي

الجدول الرابع والعشرون . وجه ٢٠٩ يتضمن ارتفاع حدّ الثلج الدائم عن مساواة سطح

البحر على اعراض مختلفة . وكان الاعتماد في تاليفهِ على الانسكلو بيذيا متروبوليتانا . وكتاب مولر في علم الطبيعة وجه ٣٥٢ ومتيورولوجية كتز

الجدول الخامس والعشرون . وجه ٢١٠ يتضمن الكميات التي تُضرَب بها فضلة البلبوس الجاف والبلبوس الرطب لمعرفة الفرق بين البلبوس الجاف ودرجة الندى وهذه الكميات ماخوذة عن رصود مستطيلة رُصِدَت في كرينويج وبها تُحوَّل رصود الترمومتر الرطب البلبوس الى رصود هيغرومتر دانيال

مثال ذلك . اذا كانت حرارة الهواء ٥ ٤٤° وحرارة الترمومتر الرطب ٧ ٣٨° وطلب معرفة درجة الندى . ففضلة الترمومتر الجاف (اي حرارة الهواء) والترمومتر الرطب هي ٨ ٥° واذا ضربت في ١٧ ٢ صارت ٦ ١٢° وهي فضلة البلبوس الجاف ودرجة الندى. فدرجة الندى ٩ ٣١°

الجدول السادس والعشرون . وجه ٢١١ و٢١٢ لمعرفة رطوبة الهواء على درجات متفاوتة من الحرارة من ٦° الى ٩٥° وفضلة درجة حرارة الهواء ودرجة الندى من ٠° الى ٣٤° . اما رطوبة الهواء فهي ما يخرج من نسبة كمية البخار التي في الهواء الى الكمية التي يحواها لو أُشبع بخارًا (عـ ١٠٥) وتستخرج من الجدول السابع والعشرين

مثال ذلك . افرض حرارة الهواء ٩٠° ف ودرجة الندى ٨٠° فالفرق بينهما ١٠° ف وحسب الجدول السابع والثلاثون قوة مرونة الهواء على ٩٠° ف هي ١٠ ٤١ ١ وعلى ٨٠° هي ٣٢ ٠ ١ فتناسبهما ٧٢ ٠ وهو الرطوبة كما ترى في الجدول تجاه ٩٠° من الحرارة واسفل ١٠° اي فضلة الحرارة ودرجة الندى . وقد فُرِض ان درجة الاشباع ١٠٠ فكل الاعداد الباقية هي اعداد صحيحة . وهذا الجدول مختصر من جدول من جداول الرصود المتيورولوجية السمثسونية

الجدول السابع والعشرون . وجه ٢١٣ يتضمن قوة مرونة البخار المائي على درجات متفاوتة من الحرارة من — ٣٠° الى ١٠١° ف حسب تجارب رنيول . وهو مختصر من الجداول السمثسونية

الجدول الثامن والعشرون . وجه ٢١٤ للمقابلة بين ضغط الريح وسرعتها وهو ماخوذ عن صفحة ٩٩ من العدد الثالث من الاخبار المتيورولوجية للادارة التجارية البريطانية . حسبهُ الكولونيل جيمس على فرض انهُ اذا ضرب مربع السرعة اميالاً في الساعة في ٠٠٥ ٠ فالحاصل هو

الضغط ليبرات في قدم مربع . واعدادهُ تختلف قليلاً عمّا ذُكر (ع وكلاها لا يعتمد عليهِ كل الاعتماد ويقتضي لتحقيق ضغط الريح على سرعات متفاوتة تجارب عديدة لم تجرَ الى الآن

الجدول التاسع والعشرون . وجه ٢١٥ يتضمن قائمة محلات معدّل المطر السنوي فيها اقل من عشرة قراريط

الجدول الثلاثون . وجه ٢١٦ يتضمن قائمة محلات معدل المطر السنوي فيها يزيد عن اثني عشر قدمًا . والمحلات المشار اليها مرتفعة حدًّا عن سطح البحر على الغالب غير ان منها ما لا يُعرَف ارتفاعهُ تمامًا فلذلك لم يُذكَر في الجدول

الجدول الحادي والثلاثون . وجه ٢١٧ يتضمن قوة مواد مختلفة على الاشعاع ليلاً بنسبة بعضها الى بعض حسب رصود رصدها مستر كليشر في كرينويج ونشرها وجه ١١٩ من جريدة الفيلوسوفيكال ترانسكشنس لسنة ١٨٤٧ والاعداد محسوبة على فرض الحشيش الفًا

الجدول الثاني والثلاثون . من وجه ٢١٨ الى ٢٢١ يتضمن معدّل المطر لكل شهر من شهور السنة في ٤٥ محلاً من اميركا من قرب خط الاستواء الى اعلى الاعراض الشمالية التي تمكنوا من الرصد فيها . وقد اخذ قسم منهُ عن رصود الجندية المتيورولوجية التي نشرت ١٨٥٥ والباقي عن كتاب دوف في علم الطقس وعن رصود الجمعية السمثسونية وقليل منهُ عن مؤلّفات اخرى

الجدول الثالث والثلاثون . وجه ٢٢٢ يتضمن هبوط البارومتر في بعض العواصف الشهيرة التي حدثت في الهند الغربية والهند الشرقية وغيرهما . والهبوط المذكور في هذا الجدول هو ما هبطهُ البارومتر في الساعات المعدودة في العمود الرابع وليس كل الهبوط الذي حدث يوم العاصفة فان البارومتر يبلغ اعلاهُ عادة قبل ابتداء الهبوط بساعات او بعد اسرع الصعود آخرَ النوء بساعات

الجدول الرابع والثلاثون . وجه ٢٢٣ يتضمن قائمة الاشفاق القطبية التي رُصِدت منذ سنة ١٦٨٥ في اوربا ومنذ ١٧٤٢ في اميركا واكثر ما رُصِد في اميركا رصد في بوستن ونيوهافن . فيظهر من الاعداد التي فيهِ تفاوت ظهور الاشفاق في سنين مختلفة ويُستدَل من تفاوت ظهورها على

دورٍ لها مدتهُ عشر سنين او اثنتا عشرة سنة في دور اوضح منهُ مدّتهُ نحو ستين سنة. ويظهر ايضاً تفاوت ظهور الكلف على الشمس منذ ١٧٤٩ ومعدَّل الاختلاف اليومي للابرة المغنطيسية على ما رُصِد في اوربا منذ ١٧٨٢ . واعلم ان تفاوت الظاهرين الاخيرين اي الكلف واختلاف الابرة واضح الدور وهما يطابقان الاشعاق القطبية دوراً . وهذا الجدول مختصر من عدّة جداول نُشرت في الاخبار السمثسونية لسنة ١٨٦٥ من وجه ٢٢٥ الى ٢٤٣

الجدول الخامس والثلاثون . وجه ٢٢٤ و٢٢٥ يتضمن قائمة اشهر النيازك الحديدية التي تزن ٤٠ ليبرا ونيف وهي لا تجمع كل النيازك الحديدية فان نيازك كثيرة غيرها لم تُذكَر لعدم القطع بوزنها وما قلّ وزنهُ عن ٤٠ ليبرا فيكاد يساوي ما في هذه القائمة عدداً . اما الكتب التي جمعت القائمة منها فكثيرة واخصها منيورولوجية بوخنر لسنة ١٨٦٣

الجدول السادس والثلاثون . وجه ٢٢٦ يتضمن قائمة الرجم التي سقطت في الولايات المتحدة وقد قيل انهُ قد سقط رجم غيرها خمس مرات او ست ولم نذكرها هنا لانهُ لم يتأكد سقوطها تماماً
اما الصورة التي في اوّل الكتاب ففيها اشكال الغيوم الستة التي مرَّ تعريفها في فصل الغيوم من عدد ١٨٧ الى عدد ١٩٠

فهرس الكتاب

الباب الاول

في ماهية الهواء الكروي وثقلهِ

الباب الثاني

في حرارة الهواء والارض

وجه

الباب الثالث

في رطوبة الهواء

الباب الرابع

في حركات الجلد

الباب الخامس

في تكاثف بخار الهواء وإسقاطهِ

وجه

الباب السادس

في الانواء والزوابع والاعاصير

الباب السابع

في الظواهر الك[illegible]

الباب الثامن

في المتيورولوجيا البصرية

الباب التاسع

تمّ

وكان الفراغ من طبعهِ في ٥ تموز سنة ١٨٧٦